

**In-vitro-Studie zur antimikrobiellen Wirkung von Mundspüllösungen
im Agar-Hemmhofstest**

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades
doctor medicinae dentariae
(Dr. med. dent.)

vorgelegt dem
Rat der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena

von
Katja Gebelein
geboren am 04.11.1986 in Gera

Jena 2012

Gutachter

1. Frau Prof. Dr. Susanne Kneist, Jena
2. PD Dr. Arndt Güntsch, Jena
3. Frau Prof. Dr. Nicole B. Arweiler, Marburg

Tag der öffentlichen Verteidigung: 5. März 2013

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

	Seite
1 Zusammenfassung	1
2 Einleitung	2
2.1 Die chemische Plaquereduktion	6
2.2 Antimikrobielle Ingredienzien in Mundspüllösungen	7
3 Zielstellung	15
4 Material und Methoden	16
4.1 In die Untersuchung einbezogene Mundspüllösungen	16
4.2 In die Untersuchung einbezogene Bakterienstämme	21
4.3 Versuchsablauf	22
4.4 Statistische Auswertung	23
5 Ergebnisse	24
5.1 Chlorhexidinhaltige Mundspüllösungen	24
5.2 Cetylpyridiniumchloridhaltige Mundspüllösungen	29
5.3 Fluoridhaltige Mundspüllösungen	33
5.4 Sonstige Mundspüllösungen	37
5.5 Synopsis der Befunde	40
6 Diskussion	43
6.1 Chlorhexidinhaltige Mundspüllösungen	44
6.2 Cetylpyridiniumchloridhaltige Mundspüllösungen	57
6.3 Fluoridhaltige Mundspüllösungen	63
6.4 Sonstige Mundspüllösungen	72
7 Schlussfolgerung	86
8 Literaturverzeichnis	87
9 Anhang	97
Danksagung	
Ehrenwörtliche Erklärung	
Lebenslauf	
Anhangsband	
Tabellen und Abbildungen	

Abkürzungsverzeichnis

ADS	Anti-Discolouration-System
AHB	Anhangsband
AKT	Aktinomyzeten
ALB	Candida albicans
API	Approximalraum-Plaque-Index
AUR	Staphylococcus aureus
BD	Biofilmdicke
BOP	Bleeding On Probing
CFU	colony-forming unit, Kolonie bildende Einheiten
CHX	Chlorhexidin
CPC	Cetylpyridiniumchlorid
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
EPS	Extrazelluläre Polysaccharide
F ⁻	Fluorid
Fa.	Firma
FAE	Enterococcus faecalis
G	Gruppe
(G)BI	(gingivaler) Blutungs-Index
GKZ	Gesamtkeimzahl
HHD	Hemmhofdurchmesser
IPS	Intrazelluläre Polysaccharide
KF	Kaliumfluorid
LAK, LB	Laktobazillen
(M)GI	(modifizierter) Gingiva-Index
MIC	minimale inhibitorische Konzentration
ml	Milliliter
mm	Millimeter
mM	Millimol
MQH	modifizierter Quigley-Hein-Index
MSPL	Mundspüllösung
n	Anzahl
NaF	Natriumfluorid
n. Chr.	nach Christus
ns	nicht signifikant
o. A.	ohne Angabe
OHI	Orales Hygiene-Index
PA	Plaquefläche

PAR, PARO	Parodontopathogene
PBI	Papillenblutungsindex
PI	Plaque-Index
ppb	parts per billion
ppm	parts per million
(R)	rote Variante von <i>A. odontolyticus</i>
s	signifikant
SBI	Sulkus-Blutungsindex
SFR	Sulkusfluidrate
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
STR	Streptokokken
v. Chr.	vor Christus
VSC	volatile sulfur compounds, flüchtige Schwefelverbindungen
(W)	weiße Variante von <i>A. odontolyticus</i>
µg/ml	Mikrogramm pro Milliliter

1 Zusammenfassung

In einer Stellungnahme von 1995 empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), die Plaque mindestens zweimal täglich mit fluoridhaltiger Zahnpasta zu entfernen. Diese mechanische Reinigung der Zähne wird in vielen Fällen nur unzureichend durchgeführt. Aus diesem Grund kann unterstützend eine chemische Plaquereduktion mit Mundspüllösungen (MSPL) vorgenommen werden.

Ziel der vorliegenden Studie war es, *in vitro* der möglichen antimikrobiellen Wirkung von 119 frei verkäuflichen MSPL gegenüber oralen Keimen, die unumstritten Karies, Gingivitis oder Parodontitis auslösen können, nachzugehen. Eine Unterteilung der Präparate erfolgte nach den wirksamen Inhaltsstoffen in eine Chlorhexidin- (n = 31), eine Cetylpyridiniumchlorid- (n = 34) sowie eine Fluoridgruppe (n = 29) und eine Gruppe „Sonstige“ (n = 25). Zur Erfassung der antimikrobiellen Wirkung der MSPL wurden 15 verschiedene Referenzstämme (*S. sanguinis*, *S. sobrinus*, *S. mutans*, *A. odontolyticus* (R), *A. odontolyticus* (W), *A. naeslundii*, *L. casei*, *L. coryniformis*, *L. plantarum*, *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *F. nucleatum*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*) in die Untersuchung einbezogen. 55°C warmer Agar wurde standardisiert mit den Bakterienstämmen inokuliert; nach dem Erstarren des Agar wurden Reservoirs von 10 mm Durchmesser ausgestanzt. In die Reservoirs wurden unter aseptischen Bedingungen 0,3 ml der jeweiligen MSPL eingebracht. Nach Bebrüten der Petrischalen wurde die antimikrobielle Wirkung der MSPL im Bakterien- bzw. Pilzrasen metrisch erfasst. Als Positivkontrolle wurde 1%iges Chlorhexidin und als Negativkontrolle sterile physiologische Kochsalzlösung mitgeführt. Die Datenpflege erfolgte mit dem Statistikpaket SPSS (Vers. 19). Die Auswertung erfolgte deskriptiv; zum Vergleich der konzentrationsabhängigen antimikrobiellen Wirkung der MSPL auf die Keime bzw. Keimgruppen wurden der Wilcoxon-Test bzw. Mann-Whitney-U-Test bei einem Signifikanzniveau von $\alpha < 0,05$ herangezogen.

Insgesamt erwiesen sich 89 MSPL als antimikrobiell. Die chlorhexidinhaltigen MSPL verfügten dabei über die größte Wirkung; mit steigender Konzentration stieg die Effizienz an. Eine konzentrationsabhängige Wirkung lag bei den cetylpyridiniumchloridhaltigen MSPL nicht vor. Fluoridhaltige MSPL wiesen in höheren Konzentrationen nur eine geringfügig bessere Wirkung auf.

Actinomyzeten wurden von allen MSPL am stärksten inhibiert, wohingegen *Enterococcus faecalis* mit Ausnahme der MSPL in der Gruppe „Sonstige“ am wenigsten gehemmt wurde; es folgten Streptokokken, *Staphylococcus aureus* sowie die parodontopathogenen Keime. Laktobazillen und *Candida albicans* wurden in ihrem Wachstum ebenfalls wenig beeinträchtigt.

Die Studie gibt einen Überblick über die antimikrobielle Wirkung einer Vielzahl heute auf dem Markt erhältlicher MSPL und kann als Entscheidungshilfe bei der Auswahl der Produkte helfen.

2 Einleitung

Historische Quellen über die Reinigung des Mundes durch Spülen reichen bis in die Zeit 15.000 - 10.000 v. Chr. zurück. Diese als „primitiv-magische Medizin“ bzw. „Urmedizin“ bezeichnete Epoche war dadurch gekennzeichnet, dass der Mensch annahm, Krankheiten würden durch übernatürliche Kräfte und Mächte hervorgerufen. Durch den Glauben an gute und böse Dämonen und Geister wurde davon ausgegangen, dass eine Krankheit durch Verstöße gegen deren Vorschriften ausgelöst würde. Damit wurde der Prophylaxe in der medizinischen Frühzeit ein hoher Stellenwert zugeschrieben. Große Furcht hatten die Menschen vor Unreinheit, da sie glaubten, im Schmutz könnten sich die bösen Geister verstecken. Heilmittel waren in dieser Zeit hauptsächlich pflanzlicher Natur. Die Wirkung des jeweiligen Krautes wurde nach dem Prinzip „Versuch und Irrtum“ bestimmt. Den wenigen Überlieferungen zufolge wurde Betel (Nuss und Blätter der Betelnuss- oder Arekapalme) mit ihren Gerbstoffen als Zahnpflegemittel verwendet (Strübig 1989).

Seit dem 3. Jahrtausend v. Chr. wurden Krankheiten durch kausales Denken erklärt. Behandlungsmöglichkeiten und Rezepturen wurden vermehrt schriftlich festgehalten, um eine bessere Weitergabe der Erkenntnisse zu ermöglichen. So war im alten Ägypten Natron als Zahnspeicherung wichtiger Bestandteil der morgendlichen Wäsche. Im Zweistromland Mesopotamien finden sich in Rezeptsammlungen erstmals Aufzeichnungen zur Verwendung von Bilsenkraut, dem eine schmerzbetäubende Wirkung zugesprochen wurde. Um 1800 v. Chr. wurde auf babylonischen Tontafeln die weit verbreitete Annahme festgehalten, dass Karies und Zahnschmerzen durch einen Wurm verursacht würden (Abb. 1) (Strübig 1989).

An diese Wurmtheorie wurde auch in Erdteilen wie Asien oder Amerika geglaubt. Die Vorstellung, dass im Zahn ein nagender, bohrender und blutsaugender Wurm lebt, überdauerte fast 4000 Jahre. Es wurde versucht, den Wurm durch Beschwörung aus dem Zahn zu entfernen: „Als Anu den Himmel erschuf, der Himmel die Erde erschuf, die Erde die Flüsse erschuf, die Flüsse die Gräben erschufen, die Gräben den Sumpf erschufen, der Sumpf den Wurm erschuf, ging der Wurm zu Sāmās und weinte. Vor (dem Gott) Ea fließen seine Tränen. ‚Was gibst du mir zu essen, was gibst du mir zu schlürfen?‘ ‚Ich gebe dir eine reife Feige, Aprikosen- und Apfelsaft.‘ ‚Was soll ich denn mit der reifen Feige und mit dem Aprikosen- und Apfelsaft? Hebe mich (lieber) hoch! Laß mich zwischen den Zähnen und dem Zahnfleisch wohnen! Das Blut der Zähne will ich schlürfen und die Zahnwurzel(?) im Zahnfleisch will ich benagen. Mach fest den (Tür)pflöck und packe den Fuß!‘, Weil du das gesagt hast, o Wurm, möge (der Gott) Ea dich mit seiner starken Hand schlagen!“

Dieser Text sollte dreimal rezitiert werden. Anschließend wurde ein Gemisch aus Emmer-Mischbier, gebrochenem Malz und Sesamöl vermengt auf die Zähne gegeben (Hoffmann-Axthelm 1985).

Neben der Zahnwurmbeschwörung wurden auch Mundwaschungen mit Wasser und anderen Ingredienzien, wie Myrrhe, Terpentin, Kurkumawurzeln, Weinessig, Öl oder Honig, zur Linderung des Schmerzes in Form von Spüllösungen verwendet (Sudhoff 1964). Weitere Möglichkeiten, den Zahnwurm zu bekämpfen, waren Räucherungen mit Bilsenkraut, Aloe und Myrrhe (Strübig 1989).



Abbildung 1: Darstellung des Zahnwurmes und sein Ausschlagen durch Bilsenkraut; Elfenbeinschnitzerei, Südfrankreich, 1780

In der altindischen Medizin wurden Erkrankungen und Entzündungen der Zähne hauptsächlich durch Mundspüllösungen mit einer Vielzahl von Heilpflanzen behandelt. Mehr als 900 verschiedene Heilkräuter sind aus dieser Zeit überliefert. So wurde beispielsweise bei Zahnlockerungen ein Pflanzensud aus unterschiedlichen Kräutern verwendet, der neben einer desinfizierenden und anästhesierenden auch eine adstringierende Wirkung besaß (Strübig 1989). Ebenfalls wurden Sude aus Ingwer, Senf, Myrobalanen und Cyperus rotundus (Nussgras) sowie Lösungen aus Honig, Butter und Zucker mit Pflanzenzusätzen oder Milch zur täglichen Mundhygiene angewendet (Sudhoff 1964).

Durch Verfeinerung der Nahrung war der Kariesbefall im römischen Reich sehr hoch. Es wurde daher empfohlen, abends vor dem Schlafengehen den Mund mit Wein auszuspülen. Auch das Kauen von heller Gerste in Kombination mit Salz und Honig sollte zur Besserung beitragen (Strübig 1989).

Nach der Wurmtheorie wurde um 400 v. Chr. die Schleimtheorie durch Hippokrates begründet. Dieser ging von einer falschen Mischung der Kardinalsäfte (Blut, Schleim, schwarze Galle und gelbe Galle) mit Speisen aus. Schlechter Schleim sammle sich unter der Zahnwurzel und führe dort zu Schmerzen. Abhilfe sollte die Anweisung zur Mundhygiene von Diokles aus Karystos etwa 300 v. Chr. schaffen. Dieser beschrieb die Reinigung der Zähne und des Zahnfleisches mit dem Saft zerriebener Minze (Strübig 1989).

Im präkolumbischen Amerika ca. 1000 Jahre n. Chr. wurden die Zähne nach dem Essen durch Spülen mit Salzwasser gereinigt. Mundgeruch wurde mit Mundwässern bekämpft oder die Zähne prophylaktisch mit Harn gespült (Strübig 1989).

Fortgeführt wurde die Mundhygiene im Mittelalter durch Hildegard von Bingen. Ihre zahlreichen Ansätze zu den Ursachen von Zahnschmerzen und deren Prophylaxe zeigten neue Behandlungsmöglichkeiten auf. Neben der Spülung des Mundes mit Wasser erwähnte Hildegard von Bingen ausführlich die Anwendung von pflanzlichen und tierischen Tinkturen und Essenzen. Aus frühmittelalterlichen Rezepten geht die Verwendung von Bilsenkraut, Kamille, Schafgarbe, Wegerich, Thymian, Knoblauch, Zwiebeln, Rosen, Veilchen und Pfeffer hervor. Als tierische Bestandteile sind Ziegen- oder Eselsmilch sowie die Schale des Tintenfisches zu nennen. Ebenfalls angewendet wurden Mineralien wie Salz, Bimsstein, Kreide oder Schwefel (Strübig 1989).

Dass für die Kariesentstehung das Vorhandensein von Bakterien auf der Zahnoberfläche Voraussetzung ist, entdeckte Ende des 17. Jahrhunderts Antony van Leeuwenhoek (1632 - 1723). In seinem Brief an die Royal Society of London beschrieb er mikroskopisch kleine Lebewesen im Zahnbelag und nannte diese Mikroorganismen „Animacula“. Er zeichnete alle bis heute bekannten morphologischen Formen, nämlich Stäbchenbakterien, Spirillen, kokkoide Formen und Kokken (Abb. 2). Dieser viel versprechende Ansatz wurde jedoch wissenschaftlich über fast zwei Jahrhunderte nicht weiter verfolgt. Erst der Dresdener Arzt und Biologe Ficinus griff 1847 den Gedanken mit den „Denticola hominis“ wieder auf. Er begründete die „parasitäre“ Kariestheorie verbunden mit einer bakteriellen Kolonisierung unterschiedlicher Spezies auf der Zahnoberfläche (Jordan und Markovic 2007).

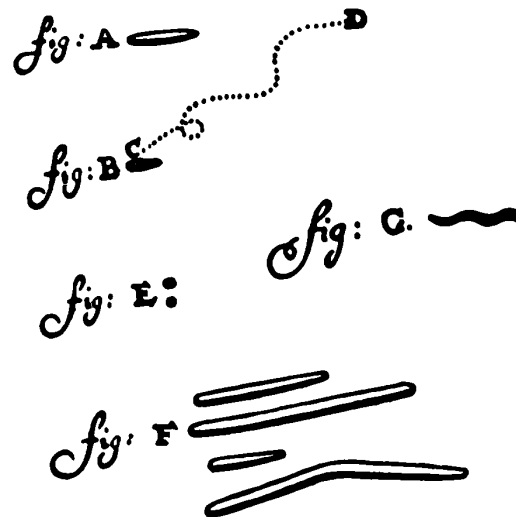


Abbildung 2: Leeuwenhoeks Zeichnungen und Beschreibungen von Bakterien aus der menschlichen Mundhöhle. A: beweglicher Bacillus, B: vibrioides Bacterium aus der Sulcusflüssigkeit - wahrscheinlich *Selenomonas sputigena*, C - D: typische Bewegung der vibrioiden Art, E: Coccus - wahrscheinlich ein *Streptococcus*, F: fusiforme Bakterien und die typisch gebogene Form von *Leptotrichia buccalis*, G: Spirochaete (Jordan und Markovic 2007)

Die Weiterentwicklung der parasitären Theorie durch W. Dayton Miller erfolgte 1889 mit der Feststellung, dass nicht nur Mikroorganismen, sondern auch deren chemische Stoffwechselprodukte an der Entstehung einer Karies beteiligt sind. Die „chemisch-parasitäre“ Theorie ist bis heute allgemein anerkannt. Miller (1889) empfahl bereits in seinem Lehrbuch über die Mikroorganismen der Mundhöhle Mundspüllösungen als geeignete Mittel zur Zahn- und Mundhygiene bzw. „Prophylaxe der Zahncaries“:

„Man sucht: 1.) durch hygienische Maassregeln eine möglichst kräftige Entwicklung der Zähne zu erreichen; 2.) durch sorgfältige Pflege (Putzen) der Zähne, die Caries veranlassenden Pilze mechanisch zu entfernen und ihnen gleichzeitig die zur stärkeren Entwicklung erforderlichen Nährstoffe zu entziehen; 3.) man untersagt, resp. beschränkt den Gebrauch solcher Genuss- und Nahrungsmittel, welche vorzugsweise die den Zähnen schädliche Gährungsproducte liefern; 4.) *man sucht dem Wachsthum der Pilze durch Anwendung entwicklungshemmender oder abtödtender Mittel (Antiseptica) Einhalt zu thun*“.

1892/93 kam mit der Einführung des ersten kommerziellen Mundwassers Odol durch Karl August Lingner und Richard Seifert eine Spüllösung auf den Markt, die sowohl kosmetische als auch medizinische Wirkung besaß. Neben Alkohol, Pfefferminzöl und anderer Essenzen enthielt es das antiseptisch wirkende Salicylogen (Gerste 2007). Das Mundwasser Odol Original enthält heute Propylenglycol, Alkohol, Wasser, Aroma, Natriumsaccharin, Polysorbat 20, Eugenol, Limonene und Linalool; Odol plus außerdem Bisabolol, Salbeiöl, Cetylpyridiniumchlorid und Zinkchlorid.

2.1 Die chemische Plaquereduktion

Antibakteriell wirkende Mundspüllösungen haben bakteriostatische bzw. bakterizide Wirkung und hemmen damit das Wachstum oder die Lebensfähigkeit der Mikroorganismen. Diese Inhibierung sollte sich nur auf die Mikroorganismen der kariogenen Plaque beziehen und die physiologische Mundflora nicht beeinträchtigen (Marsh 1992). Das Präparat muss jedoch eine ausreichend hohe Konzentration besitzen. Da durch die Spülfunktion des Speichels eine Verdünnung stattfindet, sollte weiterhin eine hohe Substantivität des Produktes vorliegen, um eine wirksame Konzentration über eine längere Zeit aufrecht zu erhalten (Cummins und Creeth 1992). Die Substantivität, die Bindung an orale Hart- und Weichgewebe entsprechend ihrer Bindungsaffinität und die nachfolgende Abgabe, sind Grundvoraussetzung für eine effektive Plaquekontrolle. Ein Agens mit einer hohen Substantivität wird über längere Zeit in der Mundhöhle zurückgehalten, wohingegen eines mit niedriger Substantivität in Abhängigkeit vom Speichelfluss zügig eliminiert wird. So können sich Mikroorganismen zwischen den Applikationen vermehren und rekolonisieren. Daher muss ein gering substantives Mittel im Vergleich zu einem hoch substantiven in kürzeren Frequenzen angewendet werden, um den gleichen klinischen Erfolg zu erzielen (Scheie und Petersen 2008).

Weiterhin muss zwischen planktonischen (frei schwimmenden) und adhären (fest haftenden) Mikroorganismen unterschieden werden. Planktonische Zellen sind sensibler als sessile Bakterien, so dass ein Agens zwischen 2 - 1000mal höher konzentriert sein muss, um die gleiche Wirkung zu erzielen (Scheie und Petersen 2008).

Die meisten chemischen Agenzien haben ein breites Wirkspektrum. Die Empfindlichkeit der oralen Flora gegenüber diesen Inhaltsstoffen ist jedoch unterschiedlich, wobei die ökologische Balance durch die bakteriostatischen oder bakteriziden Eigenschaften gestört werden kann. Daher sollte die Anwendung chemischer Prophylaxemittel nicht routinemäßig durchgeführt werden. Sie können eingeschränkt verwendet werden, wenn konventionelle prophylaktische Methoden ineffektiv sind. Dies ist der Fall bei Patienten, die eine hohe Kariesaktivität und -inzidenz haben, körperlich oder mental benachteiligt sind oder bei denen durch systemische Krankheiten oder Medikamente die Speichelproduktion vermindert ist. Ebenso ist im Zusammenhang mit einer intraoralen Fixation oder Splintbehandlung, der Therapie mit orthodontischen festsitzenden Apparaturen, dem Einbringen von prothetischen Restaurationen oder Implantaten bzw. vor und nach chirurgischen Behandlungen der Gebrauch eines chemischen Prophylaxemittels über eine bestimmte Länge erlaubt, da in diesen Fällen die mechanische Reinigung teilweise erschwert ist. In jedem Fall sollte aber die

Wahl des Mittels, die Behandlungslänge, die Art der Applikation und die Dosierung individuell bestimmt werden. Von entscheidender Bedeutung ist zudem eine gute Patientencompliance. Um optimale Ergebnisse zu erzielen, muss der Patient die Spüllösungen über die angegebene Zeit regelmäßig verwenden. Unterbrechungen, unregelmäßige Anwendungen oder unsachgemäßes Spülen führen nicht zum gewünschten Erfolg (Scheie und Petersen 2008).

2.2 Antimikrobielle Ingredienzien in Mundspüllösungen

Nach ihrer Wirkungsweise werden Spüllösungen in drei Generationen unterteilt:

Chemotherapeutika der 1. Generation sind Substanzen mit niedriger Substantivität, verfügen jedoch über eine ausreichende Effizienz und Spezifität gegenüber Mikroorganismen. Beispiele hierfür sind Hexetidin, quartäre Ammoniumverbindungen oder ätherische Öle. Chemotherapeutika der 2. Generation wie Chlorhexidin oder Amin-/Zinnfluoride kennzeichnet neben Spezifität und Effizienz auch eine ausreichend hohe Substantivität und die antimikrobiellen Agenzien der 3. Generation (Octenidin, Delmopinol) zeichnen sich durch adhäsionsvermindernde Eigenschaften der oralen Mikroorganismen auf die Zahnoberfläche aus (Scheie und Petersen 2008). Auf dem Markt existiert derzeit eine Vielzahl von Kombinationen unterschiedlicher wirksamer Inhaltsstoffe. Die am häufigsten verwendeten antimikrobiellen Ingredienzien sind in Tabelle 1 dargestellt, wobei auf die Hervorgehobenen nachfolgend eingegangen wird.

Tabelle 1: Antimikrobielle Substanzen zur Plaquereduktion

Wirkstoffklasse	Wirkstoff	Anwendungsformen
Ätherische Öle	Thymol Eukalyptol Menthol	Spüllösung, Zahnpasta
Alkaloide	Sanguinarin	Spüllösung, Zahnpasta
Antibiotika	Penicillin Erythromycin	Tabletten
Bisbiguanidine	Chlorhexidin	Spüllösung, Gel, Lack
Detergenzien	Cetylpyridiniumchlorid Hexetidin Natriumlaurylsulfat	Spüllösung Spüllösung Spüllösung, Zahnpasta
Fluoride	Difluorsilan Aminfluorid	Lack Zahnpasta, Gel
Metallionen	Zink, Kupfer, Zinn	Zahnpasta, Spüllösung
Phenole	Triclosan	Zahnpasta, Spüllösung
Polyalkohole	Xylitole	Zahnpasta

Chlorhexidin: Chlorhexidin (CHX) wurde in den späten 40er Jahren des 20. Jahrhunderts erstmals von Davies et al. (1954) beschrieben. Es ist heute das am besten und intensivsten erforschte antimikrobielle Agens. Anfangs wurde es in verschiedenen medizinischen Bereichen eingesetzt, so beispielsweise in der Prophylaxe von Malaria, bei gynäkologischen und urologischen Untersuchungen und Behandlungen sowie in der Therapie von Verbrennungen (Gjerme 1974). Erst als 1970 die komplette Plaque- und Gingivitis-Hemmung durch Löe und Schiøtt beschrieben wurde, stieg die Bedeutung von CHX für die Zahnmedizin.

Das Bisbiguanid Chlorhexidin ist schwer löslich. Aus diesem Grund wird es in Form der leichter löslichen Salze, Chlorhexidindigluconat bzw. Chlorhexidindichlorid, verwendet. Durch die Reaktion mit Gluconsäure und Salzsäure entsteht aus dem CHX-Molekül ein zweifach positiv geladenes Kation (Schröder 2000). Diese Ladung ermöglicht die elektrostatische Anheftung an negativ geladene Gruppen der oralen Hart- und Weichgewebe. Die Bindung erfolgt über freie Carboxyl- und Sulfatgruppen von Proteinen der Pellikel und von Schleimhäuten bzw. über Phosphatgruppen in Lipopolysacchariden

bakterieller Zellwände und Membranen (Gjerme 1974, Gjerme et al. 1974, Bonesvoll et al. 1974b, Gjerme 1975, Gjerme 1989, Schröder 2000). Dort steht es als Reservoir für einen „slow release“ bis zu 24 Stunden zur Verfügung (Bonesvoll et al. 1974b).

Aufgrund des breiten Wirkspektrums und der hohen Effektivität gegenüber grampositiven und gramnegativen Mikroorganismen, Pilzen (Emilson 1977, Fardal und Turnball 1986) und einigen Viren (Park und Park 1989, Bernstein et al. 1990) wird Chlorhexidin seit Jahrzehnten als „Goldstandard“ in der oralen antiseptischen Therapie eingestuft (Schröder 2000). Es zeichnet sich durch eine große, jedoch unspezifische antibakterielle und antimykotische Wirksamkeit und eine hohe Substantivität aus. In hohen Konzentrationen von 100 µg/ml (100 ppm) wirkt CHX bakteriozid. Ein bakteriostatischer Effekt wird bei Konzentrationen von 0,11 µg/ml (11 ppm) erreicht.

CHX reagiert mit der Bakterienmembran, wird in diese aufgenommen und führt zur Störung des Membranengleichgewichts. Dies hat Auswirkung auf die Integrität der Zellwand und führt in der Folge zur Erhöhung der Zellwandpermeabilität, zur Präzipitation des Zytoplasmas und demzufolge zum Zelltod (Gjerme 1974, Gjerme 1975, Marsh 1992, Jones 1997). Weiterhin kommt es zur Inhibierung proteolytischer und glykosidischer Enzyme dentaler Plaquebakterien (Beighton et al. 1991).

Im Verlauf der Bakterienagglutination, die normalerweise durch die Bildung von Kalziumbrücken gekennzeichnet ist, nimmt CHX die Stelle des Kalziums ein. In der Folge wird die Reifung der Plaque inhibiert. Allerdings hängt die Wirksamkeit von CHX vom vorhandenen pH-Wert der Mundhöhle ab. Am höchsten ist die Aufnahme und Abgabe von Chlorhexidin bei einem pH-Wert zwischen pH 7 und pH 9 (Bonesvoll et al. 1974a). Je geringer der pH-Wert ist, desto weniger CHX kann aufgenommen werden. Grund dafür ist, dass die Bindungsstellen für CHX durch Protonen besetzt sind (Waalder 1990). Weiterhin führt das Vorhandensein von Kalziumionen durch Rezeptorblockade zu einer Verminderung der Adsorption (Bonesvoll 1977, Waalder 1990).

Die Konzentration von Chlorhexidin in Mundspüllösungen liegt zwischen 0,05 % und 0,2 %. Spüllösungen sollten ein- bis zweimal täglich verwendet werden, um eine effektive Plaquereduktion zu erzielen. Durch seine positive Ladung kann CHX jedoch mit anionischen Reaktionspartnern interagieren und damit inaktiviert werden. Dies ist der Fall beim Zusammenwirken von CHX mit höhermolekularen Netzmitteln. Diese Zusätze wie Natriumlaurylsulfat (Natriumdodecylsulfat) werden in Zahnpasten als Schäumierzusatz verwendet. Kommt es zum Kontakt zwischen den negativ geladenen Molekülen und Chlorhexidin, wird CHX durch Präzipitation inaktiviert. Es entsteht ein schwerlösliches Salz,

das in seiner Effizienz vermindert ist (Schröder 2000). Schröder (2000) zeigte auf, dass in 71 Zahnpasten, die auf dem Markt erhältlich sind, Natriumlaurylsulfat enthalten ist. Weitere 6 Marken besitzen andere anionische Schäumer.

Um eine Inaktivierung des Chlorhexidins zu vermeiden wird empfohlen, eine Wartezeit von mindestens 30 Minuten, besser jedoch zwei Stunden, zwischen Zähneputzen und Mundspülen einzuhalten (Barkvoll et al. 1989). Bei der Verwendung von Zahnpasten mit kationischen oder nichtionischen Netzmitteln kann unmittelbar nach dem Zähneputzen eine CHX-Mundspüllösung verwendet werden, da hier eine Interferenz nicht zu erwarten ist (Schröder 2000).

Von einer längeren Anwendung chlorhexidinhaltiger Spüllösungen ist abzuraten, da es neben Verfärbungen an Zähnen, der Zunge sowie an prothetischen und konservierenden Restaurationen zu Geschmacksbeeinträchtigungen und Schleimhautdesquamationen kommen kann (Hepsø et al. 1988). Der zusätzliche Genuss von Lebensmitteln, die wie Tee, Rotwein oder Portwein Tannin enthalten, kann die Stärke der Verfärbungen zusätzlich beeinflussen. Beeinträchtigungen im Geschmack oder die Abschuppungen der Schleimhaut sind nach Absetzen der Spülungen reversibel. Verfärbungen können im Zusammenhang mit einer professionellen Zahnreinigung effektiv entfernt werden (Lang und Brex 1986) bzw. benötigen zum „natürlichen Verschwinden“ den vorherigen Spülzeitraum (Görbert 2002). Versuche, Verfärbungen mit Hilfe des Anti-Discolouration-Systems (ADS) zu reduzieren, waren bisher nicht erfolgreich (Addy et al. 2005).

Cetylpyridiniumchlorid: Cetylpyridiniumchlorid (CPC) zählt zu den quartären Ammoniumverbindungen. Mit seinen hydrophilen und hydrophoben Gruppen interagiert es mit einem großen Spektrum an oralen Mikroorganismen. Diese Interaktion findet vermutlich analog zu Chlorhexidin über eine kationische Bindung statt (Bonesvoll und Gjermo 1978, Scheie 1989, Scheie und Peterson 2008).

CPC beeinträchtigt die Integrität der Zellwand der Mikroorganismen und führt damit zur Lyse, zur Stoffwechselunterbrechung, zur Wachstumshemmung und letztlich zum Untergang der Zelle. Ebenfalls wurde eine Erhöhung der Zellwandpermeabilität sowie eine Verminderung der Adhäsion an die Zahnoberfläche beobachtet (Scheie 1989, Bernimoulin und Deschner 1995). Initial ist die Konzentration von CPC im Vergleich zu Chlorhexidin höher. Durch Bindung an orale Oberflächen verliert CPC jedoch rasch einen Teil seiner antimikrobiellen Wirkung (Scheie 1989).

Umstritten ist die In-vivo-Wirkung von Cetylpyridiniumchlorid (Haps et al. 2008). Nach Bonesvoll und Gjermo (1978) ist die Substantivität sehr gering. Damit ist nicht nur die Verweildauer im Mund, sondern auch die Effektivität vermindert. Hingegen bestätigten Witt et al. (2005) eine Antiplaque- und Antigingivitiswirkung einer 0,07%igen alkoholfreien CPC-Spülung *in vivo*.

Alkoholhaltige und alkoholfreie Mundspüllösungen: Alkohol wird in zahlreichen Mundspüllösungen als Lösungsmittel verwendet, ist aber nach Brex et al. (2003) in den meisten Fällen nicht erforderlich. Trotz allem existiert eine Vielzahl von Spüllösungen mit hochprozentigem Alkohol von bis zu 27 % (Listerine®).

Gjermo et al. (1970) konnten weder *in vitro* noch *in vivo* eine antimikrobielle Wirkung von Ethanol aufzeigen. Arweiler et al. verglichen 2001 die Wirkung von Spüllösungen mit triclosanhaltigen, chlorhexidinhaltigen, aminfluorid-/zinnfluoridhaltigen Lösungen und einem Placebo. Es zeigte sich, dass die Mundspüllösungen ohne Alkohol, verglichen mit der Placebolösung, sowohl in der Plaquereduktion als auch -akkumulation überlegen waren. Auch Almerich et al. (2005) untersuchten Mundspüllösungen mit und ohne Alkohol und fanden keine signifikanten Unterschiede, die Entstehung einer supragingivalen Plaque oder einer Gingivitis zu verhindern.

Um eine antimikrobielle Wirkung zu erzielen, müsste nach Sissons et al. (1996) eine Alkoholkonzentration von mindestens 40 % vorhanden sein. Daher sollte die desinfizierende Wirkung durch Zugabe von Alkohol in Mundspüllösungen den möglichen Nebenwirkungen gegenübergestellt werden. Die durchschnittliche Spüldauer liegt bei etwa 30 Sekunden. Damit haben alkoholhaltige Mundspüllösungen eine relativ lange Kontaktzeit zur Mukosa der Mundhöhle und möglicherweise ein kanzerogenes Potential. Eine eindeutige Beziehung zur Entstehung von Tumoren aufgrund der hohen Konzentration konnte bisher jedoch nicht bestätigt werden (Gagari und Kabani 1995, Carretero et al. 2004).

Aus diesen Gründen sollte der Einsatz von alkoholhaltigen Spüllösungen kritisch betrachtet werden. Zusätzlich muss beim Anraten solcher Lösungen auf einen bestehenden oder vergangenen Alkoholabusus geachtet werden. Bei Patienten mit einer derartigen Vorgeschichte sollte auf die Empfehlung dieser Produkte verzichtet werden.

Ätherische Öle: Ätherische Öle sind Gemische aus Pflanzenölen wie Pfefferminz-, Nelken-, Eukalyptus- oder Teebaumöl. Durch Wasserdampfdestillation werden die ätherischen Öle aus den jeweiligen Pflanzenteilen gewonnen. Dabei wird das Pflanzenmaterial zerkleinert und in

einem geschlossenen Brennkessel mit heißem Wasserdampf bearbeitet. Bei diesem Vorgang wird das Öl herausgetrieben, wobei das Gemisch aus Wasser und Öl an einem gekühlten Rohr kondensiert. Von dort aus gelangt es in einen Auffangbehälter, von dem aus das ätherische Öl und das Wasser voneinander getrennt werden. Ätherische Öle sind im Wasser nur wenig löslich. Daher werden sie mit hochprozentigem Alkohol als Lösungsmittel von bis zu 27 % in Listerine® kombiniert (Brex et al. 2003).

Listerine® ist eine Mundspüllösung mit langer Geschichte. Ihre antimikrobielle Wirkung beruht auf der Kombination zahlreicher ätherischer Öle wie Menthol, Thymol, Eukalyptol und Methylsalicylaten (Adams und Addy 1994). Diese Öle führen einerseits zu einer Störung der Zellmembranintegrität (Melzig und Teuscher 1989) und verfügen andererseits über eine antiinflammatorische und cyclooxygenasehemmende Aktivität (Bernimoulin und Deschner 1995). Zahlreiche Studien weisen auf eine plaquereduzierende und gingivitishehmende Wirkung durch Verwendung von Listerine® hin (De Paola et al. 1989, Overholser et al. 1990, Charles et al. 2001).

Metallsalze: Metallsalze sind Verbindungen aus Metallen und Nichtmetallen. Die chemische Bindung beruht auf der Anziehungskraft zwischen den positiv geladenen Kationen und den negativ geladenen Anionen. In Mundspüllösungen werden Metallsalze zur Plaque- und Gingivitisreduktion als antimikrobielle Zusätze hinzugegeben (Moermann und Mühlemann 1983, Grytten et al. 1987). Die Wirkung ist abhängig von der Konzentration wie auch von der Polarität des Ions. Schon Miller berichtete 1889 über einen Antibiofilmeffekt durch Mundspüllösungen, die mit Metallionen versetzt waren. Für eine bioaktive Form müssen die Metallionen laut Cummins und Watson (1989) in freier Form vorliegen. Hydrolyse oder die Bindung an andere Komponenten vermindern die Wirkung.

Die am häufigsten verwendeten Metalle sind dabei Zinn, Zink und Kupfer. Da Zink mit anderen Ionen (z.B. Schwefel) Verbindungen eingehen kann, wird Zinksalz vor allem bei bestehender Halitosis empfohlen (Wåler 1997, Young 2001). Auch wird ihm ein wirkungsvoller Effekt gegen Zahnstein zugeschrieben. Metallionen sind effektiv gegen grampositive und gramnegative Bakterien. Außerdem beeinflussen sie über die Ausbildung von Metallsalzbrücken die Glykolyse und reduzieren weiterhin die Säureproduktion der Mikroorganismen. Ein Antibiofilmeffekt wird einerseits durch die antimikrobielle Aktivität, andererseits durch die Ablösung von Kalzium vom Pellicel und von der mikrobiellen Oberfläche erreicht. Die Anbindung von Metallionen an Bakterien ändert damit ihre Fähigkeit zur Adhärenz (Olssen und Odham 1978, Scheie und Petersen 2008). Mundspüllösungen mit

Zusätzen von Metallionen weisen eine hohe Substantivität auf. Die Konzentration von Zink, Zinn und Kupfer ist auch viele Stunden nach Spülung des Mundes erhöht. Unerwünschte Effekte von Metallsalzen sind neben einem metallischen Geschmack auch eine Tendenz zur Mundtrockenheit und gelblich-braune Verfärbungen der Zähne. Der Grund dafür ist die Entstehung von Metallsulfiden zwischen Metallionen und Sulfhydrylgruppen. Diese sind hauptsächlich für diesen Effekt verantwortlich. Da Zinksulfide in ihrer Farbe grauweiß-gelblich sind, ist ihre Tendenz zur Verfärbung wesentlich geringer (Scheie und Petersen 2008).

Hexetidin: Hexetidin gehört zur Gruppe der synthetischen Hexahydropyrimidinderivate. Es verfügt über ein breites Wirkspektrum gegen grampositive und gramnegative Mikroorganismen sowie gegen Pilze (*Candida albicans*) (Roberts und Addy 1981, Wile et al. 1986). Neben dem Einsatz als antimikrobielles Mittel kann Hexetidin auch als zusätzliche Behandlung bei oralen Infektionen, aphtösen Ulzerationen oder bei Halitosis verwendet werden (Wile et al. 1986, Afennich 2010).

Als Mundspüllösungen wird es in Konzentrationen zwischen 0,1 % und 0,2 % verabreicht. Ein besserer Effekt von Hexetidin wird durch die Zugabe von zweiwertigen Metallionen wie Zink (Moermann und Mühlemann 1983) oder Kupfer (Grytten et al. 1987) erlangt. Dabei bindet das Metallion an Hexetidin, wird in die Zelle transportiert und scheint dort den Bakterienstoffwechsel zu beeinflussen. Hexetidin hat einerseits die Fähigkeit die Glykolyse zu hemmen und andererseits an Proteine der oralen Schleimhaut und der Plaque zu adsorbieren (Wile et al. 1986). Damit reduziert es nach dem Spülen die Bakterienzahl um 70 % - 84 %. Aufgrund der geringen Substantivität wird es jedoch innerhalb von ca. 90 Minuten vollständig aus der Mundhöhle eliminiert (Roberts und Addy 1981).

Aminfluorid-/Zinnfluoridverbindungen: Fluorid ist eine Verbindung des reaktiven Halogens Fluor. Es verfügt über eine kariespräventive Wirkung im Zusammenhang mit einer Remineralisation der Zahnoberfläche und durch Eingreifen in den Stoffwechsel der Mikroorganismen.

Fluoride wirken kariespräventiv, wenn sie sich in direktem Kontakt zur Zahnoberfläche befinden (Clarkson 2000). Allerdings werden nur 10 % der zur Verfügung stehenden Hydroxylgruppen im Zahnschmelz durch Fluoride ersetzt (Fejerskov et al. 1981). Der Effekt einer Kariesprophylaxe kann nach Øgaard et al. (1990) hauptsächlich auf das labile Fluoridreservoir zurückgeführt werden. Dieses bildet sich nach Aufbringen leicht löslicher

Fluoride auf der Zahnoberfläche in Form einer Kalziumfluoriddeckschicht und dient hier als Depot sowie als Schutz der Zahnoberfläche vor Bakterienadhäsion (Tinanoff et al. 1976, Rölle und Svaton 1978).

Die kariogenen Bakterien der Plaque, vor allem Mutans-Streptokokken, sind in der Lage, aus Nahrungskohlenhydraten Säuren zu produzieren. Dies führt dort zu einem Abfall des pH-Wertes (Hellwig et al. 2006). Wird Fluorid durch Plaquekeime aufgenommen, können die Stoffwechselvorgänge beeinflusst werden. Es kann zur Hemmung der Glykolyse führen, da insbesondere die Enolase, die Phosphoglyzerat zu Phosphoenolpyruvat umwandelt, inaktiviert wird (Hamilton 1977). Außerdem kommt es nach Einwirken von organischen und anorganischen Fluoridverbindungen bei *Streptococcus mutans* in Abhängigkeit von der Konzentration zu einem völligen Ausbleiben der Säureproduktion (Gehring 1983). Weiterhin wird die Affinität von Bakterien untereinander und zur Zahnoberfläche vermindert, wenn Enzyme der extrazellulären Polysaccharide (EPS) blockiert sind (Gross und Tinanoff 1977). Gehemmt wird zusätzlich die Bildung von intrazellulären Polysacchariden (IPS). Dies verringert die bakterielle Säureproduktion (Hamilton 1977, Wegmann et al. 1984).

Entsprechend ihrer Zusammensetzung werden Fluoridverbindungen in anorganische und organische Fluoride unterteilen. Zu den anorganischen Fluoriden gehören Natriumfluorid (NaF), Kaliumfluorid (KF) oder Zinnfluorid (SnF_2), zu den organischen Fluoriden zählt das Aminfluorid. Dieses hat mit seinem organischen, kationischen Molekülbaustein und seiner Polarität eine hohe Affinität zu organischen und anorganischen Mundhöhlenstrukturen.

Etwa 1980 kam es zur Verhütung von Gingivitis durch Anwendung von Aminfluorid in Kombination mit Zinnfluorid als neuartiger Wirkstoff. Bezüglich ihrer Plaquehemmung ist die Kombination den Einzelkomponenten überlegen, so dass hierbei die Eigenschaften beider Inhaltsstoffe synergistisch verstärkt werden (Bánóczy et al. 2005).

Industrie und Forschung versuchen heute, mit neu entwickelten Kompositionen die antimikrobielle Plaquekontrolle zu verbessern. Neue Ansätze zielen auf eine Reduktion der Plaqueakkumulation durch Adhäsionsverhinderung der Mikroorganismen an die Zahnoberfläche hin. Die chemischen Inhaltsstoffe können die Biofilmbildung und -reifung durch Inhibierung der Adhäsion verhindern, die Kolonisation und Vermehrung hemmen, die gereifte Plaque ablösen und zerstören oder die Homöostase der bakteriellen Beläge beeinflussen. Die geplante In-vitro-Studie sollte sich daher der Bewertung der antimikrobiellen Wirkung ausgewählter Mundspüllösungen widmen, die derzeit auf dem Markt erhältlich sind. Dabei fand der Agar-Hemmhoftest Verwendung.

3 Zielstellung

In einer Stellungnahme von 1995 empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), die Plaque mindestens zweimal täglich mit fluoridhaltiger Zahnpasta zu entfernen. Unterstützend kann durch zusätzliche Verwendung von Mundspüllösungen eine chemische Plaquereduktion erreicht werden.

Ziel der Arbeit war es der Frage nachzugehen, inwieweit die auf dem Markt erhältlichen Mundspüllösungen in der Lage sind, Karies, Gingivitis oder Parodontitis verursachende Keime antimikrobiell zu beeinflussen. Der Agar-Hemmhoftest sollte dabei mit Indikatorstämmen von Streptokokken, Aktinomyzeten, Laktobazillen, Parodontopathogenen und Problemkeimen wie Staphylococcus aureus, Enterococcus faecalis und Candida albicans Verwendung finden.

Es sollte überprüft werden,

- in welchem Ausmaß die heute auf dem Markt erhältlichen Mundspüllösungen antimikrobiell wirken.
- ob Streptokokken, Aktinomyzeten, Laktobazillen, Parodontopathogene und weitere Problemkeime unterschiedlich betroffen sind.
- welche antimikrobiellen Inhaltsstoffe am wirksamsten sind.
- ob die unterschiedlichen Konzentrationen antimikrobieller Ingredienzien Einfluss auf das Ausmaß der Wirkung haben.

Als Arbeitshypothese wurde angenommen, dass

- Mundspüllösungen aufgrund ihrer Inhaltsstoffe mehrheitlich antimikrobiell wirken.
- parodontopathogene und andere Problemkeime weniger gehemmt werden als Streptokokken, Aktinomyzeten und Laktobazillen.
- Chlorhexidin als „Goldstandard“ das wirkungsvollste Agens darstellt.
- mit steigender Konzentration der antimikrobiellen Inhaltsstoffe die Wirkung zunimmt.

4 Material und Methoden

4.1 In die Untersuchung einbezogene Mundspüllösungen

Für die In-vitro-Studie wurden 119 Mundspüllösungen ausgewählt (Abb. 3), die in Kaufhallen und rezeptfrei in Apotheken erhältlich sind (Tab. 2).



Abbildung 3: In die In-vitro-Studie einbezogenen 119 Mundspüllösungen

Tabelle 2 enthält dabei die in der Arbeit verwendeten Kodierungen aller Mundspüllösungen (MSPL). Batch-Nummern und Verfallsdaten der Produkte sind im Anhangsband (AHB) der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 2: In den Agar-Hemmhoftest einbezogene Mundspüllösungen

Wirkstoff	Produkt	Hersteller	Kodierung
Chlorhexidin			
o. A.	Glandomed [®]	Cellpharm	Gland
	LACALUT [®] aktiv	Dr. Theiss	DrTLa
	Theramed 3D clean	Schwarzkopf/ Henkel	Th3Dc
	Kamistad [®]	Stada	Skami

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 2: In den Agar-Hemmhoftest einbezogene antimikrobielle Mundspül-
lösungen

Wirkstoff	Produkt	Hersteller	Kodierung
Chlorhexidin			
< 0,1 %	CURASEPT® ADS 205	Curaden	ADS05
	HALITA®	Dentaid	HALIT
	PERIO-AID® maintenance		PAiMa
	Chlorhexamed®	Glaxo-	ChmZF
	Zahnfleischschutz	SmithKline	
	Corsodyl Zahnfleischfluid		Corso
	Odol-med3 extreme plus		OdoEP
	Miradent mirafluor®	Hager & Werken	HuWMM
	Gum® Paroex 0,06 %	Sunstar	GuP06
0,1 % bis < 0,2 %	Chlorhexamed® Fluid 0,1 %	Glaxo-	ChmFl
		SmithKline	
	HEXAL® Lösung 0,1 %	Hexal-AG	HEXAL
	Cidegol® C	Hofmann & Sommer	HuSCC
	Cervitec® Liquid	Ivoclar	CerLi
	Lemocin® CX	Novartis	LemCX
	One Drop Only®	One drop only	OneOn
	Ondrohexidin		
	CURASEPT® ADS 212	Curaden	ADS12
	PERIO-AID® 0,12 %	Dentaid	PAi12
0,2 %	Kin® Gingival	Riemser	KinGi
	Gum® Paroex ¹ 0,12 %	Sunstar	GuP12
	CURASEPT® ADS 220	Curaden	ADS20
	Chlorhexidindigluconat	Engelhard-	CHX02
	Fertiglösung 0,2 %	Arzneimittel	
	Chlorhexidindigluconat		CHXL2
	Lösung 2 %		
	meridol® med CHX 0,2 %	Gaba	GMeMe
	Chlorhexamed®	Glaxo-	ChmAF
20 %	alkoholfrei	SmithKline	
	Chlorhexamed® Forte 0,2 %		ChmFo
	paroguard®	Hager & Werken	HuWMP
	Dynexan Proaktiv® 0,2 %	Kreussler	DynPr
	Skinsept® mucosa	Ecolab	Eskin

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 2: In den Agar-Hemmhoftest einbezogene antimikrobielle Mundspül-
lösungen

Wirkstoff	Produkt	Hersteller	Kodierung
Cetylpyridiniumchlorid			
o. A.	Colgate® Multischutz	Colgate	ColMS
	DONTODent antibakterielle	dm	DoAIP
	Intensiv-Pflege		
	elkos dental aktiv	Edeka	ElkAk
	elkos dental mint		ElkMi
	Sensodyne®	Glaxo- SmithKline	Senso
	k-classic dental fresh	Kaufland	KCIDF
	k-classic dental mint		KCIDM
	alkeme®	Mann & Schröder	MuSAI
	AS-dent aktiv		ASDAc
	AS-dent fresh		ASDFr
	AS-dent Junior		ASDJu
	AS-dent mint		ASDMi
	SensiDent fresh	Müller	SeDeF
	SensiDent mint		SeDeM
	DIADENT extra frisch	Netto	NDiEF
	DIADENT mint fresh		NDiMF
	One Drop Only® Zx3	One drop only	OneZ3
	all-dent fresh	Penny	PAIfF
	all-dent mint		PAIfM
	Mundspülung mint-frisch	Rewe	RewMF
	Mundspülung Zahnfleisch aktiv		RewZF
	Perlodont med mint	Rossmann	PerMi
	Perlodont med		PerZF
	Zahnfleischpflege		
	Gum® Junior	Sunstar	GuJun
	Gum® Protect plus		GuPrP
0,05 %	Dobendan Strepsils® Dolo	Allmiral	DoStD
	Dobendan Strepsils® Mint	Hermal	DoStM
	VITIS® gingival	Dentaid	VITGv
	VITIS® orthodontic		VITod
	Odol-med3® extreme	Glaxo- SmithKline	OdoEx
	Odol-med3® Junior		OdoJu
	Odol-med3® mint		OdoMi
	Odol-med3® samtweiss		OdoSP
	polarfrisch		
	Odol-med3® Zahnfleisch aktiv		OdoZA

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 2: In den Agar-Hemmhoftest einbezogene antimikrobielle Mundspül-
lösungen

Wirkstoff	Produkt	Hersteller	Kodierung
Fluorid			
o. A.	Elkadent Cool Mint	Dental-	EIDCM
	Elkadent Kräuter	Kosmetik	EIDKr
	Listerine® total care sensitive	McNeil	LisSe
	Parontal F5® med	Pharma Wernigerode	PWPF5
< 250 ppm	Listerine® total care	McNeil	LisTC
	Listerine® Zahn- und Zahnfleischschutz		LisZZ
	Colgate Whitening	Colgate	ColWH
	Desensin® plus	Dentaid	DesPl
	Signal White now	Unilever	SigWN
	Oral-B® sensitive	Procter & Gamble	OralB
	Gum® Original White	Sunstar	GuOrW
250 ppm bis 500 ppm	alverde	dm	Alver
	DONTODent Junior		DoJun
	Gum® SensiVital	Sunstar	GuSeV
	DONTODent Zahnfleisch Intensiv-Pflege	dm	DoZIP
	Superdent mint	Maxim	SupMi
	DONTODent Ice Mint	dm	Dolce
	DONTODent Med Complete		DoMed
	elmex® Kariesschutz	Gaba	GEIKa
	Dentalux mint	Lidl	LDIMi
	Dentalux soft-mint		LDISM
	Dentabella fresh	Maxim	DenFr
	Dentabella mint		DenMi
	natuvell dental Kariesschutz aktiv	Globus	NaKsA
	natuvell dental Zahnfleisch Intensiv-Pflege		NaZIP
	Perlodont med Intensiv Mundspülung	Rossmann	PerIM
	elmex® Erosionsschutz	Gaba	GEIEr
	Eurodont cool fresh		EurCF
	Eurodont mint-fresh		EurMF
	el-ce med CLINICAL	Dental-Kosmetik	ECMCI

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 2: In den Agar-Hemmhoftest einbezogene antimikrobielle Mundspüllösungen

Wirkstoff	Produkt	Hersteller	Kodierung
Sonstige	Braunol [®]	B. Braun	Braun
	ProntOral [®]		Pront
	aldiamed	Certmedia	Aldia
	ApaCare	Cumdente	ApaCa
	Dr. Hauschka Med Mundspülung Salbei	Dr. Hauschka	DrHSA
	BioRepair [®]	Dr. K. Wolff	DrWBR
	elmex [®] Sensitive	Gaba	GEISe
	meridol [®] Halitosis		GMeHa
	meridol [®] med CHX 0,2 %		GMeMe
	meridol [®] Mundspülung		GMeMu
	Dequonal [®]	Kreussler	Dequo
	Gargarisma	Krewel	Garga
	Hexoral [®]	McNeil	McHex
	Listerine [®] cool citrus		LisCC
	Listerine [®] coolmint		LisCM
	Listerine [®] Zahnsteinschutz		LisZS
	Betaisodona [®]	Mundipharma	MBeta
	blend-a-dent	Procter & Gamble	BIADe
	Gurgellösung	Ratiopharm	RatGu
	Gengigel [®]	Riemser	Gengi
	Inspiro [®] Original		Inspi
	octenidol [®]	Schülke & Mayr	OctDo
	octenisept [®]		OctSe
	MuGard [®]	MuGar	SpePharm
	Gum [®] bioXtra	GubiX	Sunstar

o. A. = ohne Angabe

Die ausgewählten Mundspüllösungen wurden zur besseren Übersicht nach ihren antimikrobiellen Inhaltsstoffen einer Chlorhexidin-, einer Cetylpyridiniumchlorid-, einer Fluoridgruppe sowie einer Gruppe „Sonstige“ zugeordnet und nach der Konzentration der Wirkstoffe entsprechenden Untergruppen (Tab. 3).

Tabelle 3: Gruppierung der Mundspüllösungen nach Wirkstoff und Wirkstoffkonzentrationen

Wirkstoff	Konzentration	Gruppe (G)
Chlorhexidin (CHX)	o. A.	G 1
	< 0,1 %	G 2
	0,1 % bis < 0,2 %	G 3
	0,2 %	G 4
	20 %	G 5
Cetylpyridiniumchlorid (CPC)	o. A.	G 1
	0,05 %	G 2
Fluorid (F⁻)	o. A.	G 1
	< 250 ppm	G 2
	250 ppm bis 500 ppm	G 3
Sonstige		

o. A. = ohne Angabe

4.2 In die Untersuchung einbezogene Bakterienstämme

Zur Erfassung der antimikrobiellen Wirkung der Mundspüllösungen wurden aus dem Habitat der Mundhöhle Streptokokken, Aktinomyzeten, Laktobazillen, Parodontopathogene und Problemkeime wie *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* und *Candida albicans* ausgewählt (Tab. 4).

Die Indikatorstämme wurden bei -18°C als Stammkonserven in Microbanks™ (PRO-LAB Diagnostics, Canada) im Tiefkühlschrank gehalten (Abb. 4).



Abbildung 4: Microbanks™ (links) und Keramikperlen (rechts) zur Haltung der Indikatorstämme

Tabelle 4: Ausgewählte Indikatorstämme

Keimgruppe	Arten/Stammnummern		
Streptokokken	<i>S. sanguinis</i> OMZ 9S	<i>S. sobrinus</i> OMZ 176 (d)	<i>S. mutans</i> NCTC 10449
Aktinomyzeten	<i>A. odontolyticus</i> (R) R22/580	<i>A. odontolyticus</i> (W) W59/1094	<i>A. naeslundii</i> ATCC 27044
Laktobazillen	<i>L. casei</i> IMET 10692	<i>L. coryniformis</i> DSMZ 20001	<i>L. plantarum</i> DSMZ 2601
Parodontopathogene	<i>A. actinomycetem-</i> <i>comitans</i> DSMZ 8324	<i>F. nucleatum</i> DSMZ 20482	<i>P. gingivalis</i> DSMZ 20709
Problemkeime	<i>S. aureus</i> SG 511	<i>E. faecalis</i> DSMZ 20376	<i>C. albicans</i> NP 6/13

ATCC = American Type Culture Collection, Rockville, Maryland

NCTC = National Collection of Type Cultures, London

OMZ = Department of Oral Microbiology and General Immunology, Zürich

IMET = Zentralinstitut für Mikrobiologie und Experimentelle Therapie, Jena

DSMZ = Deutsche Sammlungen für Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, Braunschweig

W, R, NP = Biologisches Forschungslabor am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universitätsklinikum Jena

SG = Schott und Genossen, Jena

4.3 Versuchsaufbau

Aus den MicrobanksTM (PRO-LAB Diagnostics, Canada) wurden die Indikatorstämme aus 3 bis 4 Keramikperlen reaktiviert.

Unter anaeroben Bedingungen (Anaerobierbrutschrank VT 5042 EK/N₂; 95 % N₂ und 5 % CO₂; Fa. Heraeus, 37°C) wurden Streptokokken, Aktinomyzeten und Parodontopathogene in Bismellibouillon (10 g Tryptose, 5 g Hefe-Extrakt, 5 g K₂PO₄, 3 g Fleischextrakt, 50 g Saccharose, ad 1000 ml Aqua dest.; pH 7,2) angezüchtet und Laktobazillen in Rogosabouillon (Fa. Difco). Streptokokken, Aktinomyzeten und Laktobazillen wurden 24 bis 48 Stunden und die Parodontopathogenen bis zu einer Woche bebrütet. *Staphylococcus aureus* und *Enterococcus faecalis* wurden in Bismellibouillon und *Candida albicans* in Sabouraudbouillon (Fa. Difco) 24 Stunden aerob (Aerobierbrutschrank B 6760; Fa. Heraeus, 37°C) angezüchtet.

100 ml ca. 55°C warmer Bismelliagar (10 g Tryptose, 5 g Hefe-Extrakt, 5 g K₂PO₄, 3 g Fleischextrakt, 50 g Saccharose, 25 g Agar, ad 1000 ml Aqua dest.; pH 7,2) wurden mit

0,1 ml der jeweiligen Keimsuspensionen beschickt, gut durchmischt und in Petrischalen gegossen. Nach Erstarren des Agar wurden jeweils drei Reservoirie mit einem Durchmesser von 10 mm ausgestanzt. In die Reservoirie wurden 0,3 ml der entsprechenden MSPL eingebracht. Zur besseren Diffusion der MSPL in den Agar wurden die Petrischalen vor der Bebrütung eine Stunde im Kühlschrank (Forn Vitacool, +8°C) gelagert. Die Petrischalen wurden 24 bis 48 Stunden bei 35 ± 2 °C bakterienspezifisch (s. o.) bebrütet. Der entstandene Hemmhof im Bakterienrasen bzw. Pilzrasen wurde metrisch erfasst und fotografisch im Anhangsband (AHB) dokumentiert (AHB Abb. 1 - 7).

Als Positivkontrolle wurde 1%iges Chlorhexidin und als Negativkontrolle sterile physiologische Kochsalzlösung mitgeführt (Abb. 5).

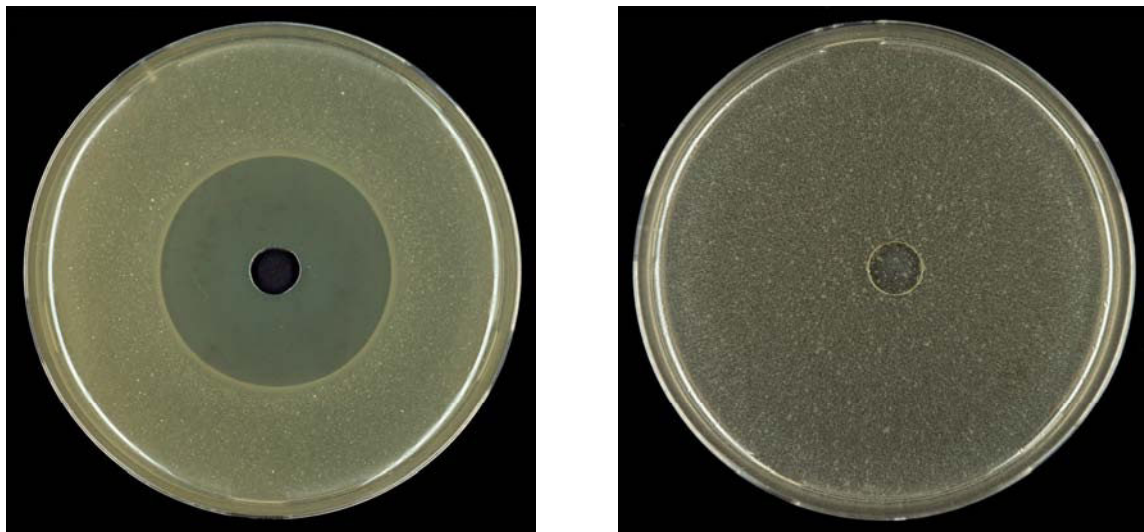


Abbildung 5: Hemmhöfe der mitgeführten Positivkontrolle (1%iges CHX, *S. sobrinus*, links) und der Negativkontrolle (sterile physiologische Kochsalzlösung, *S. mutans*, rechts)

4.4 Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung wurde das Programm SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, Lizenz Universitätsklinikum Jena) Version 19.0 verwendet.

Die Berechnung der mittleren Hemmhofdurchmesser erfolgte Keimgruppen bezogen deskriptiv. Unterschiede zwischen den Mundspüllösungen wurden mit dem nichtparametrischen Mann-Whitney-U-Test und dem nichtparametrischen Wilcoxon-Test auf dem Signifikanzniveau von $\alpha < 0,05$ geprüft.

5 Ergebnisse

Im Anhangsband (AHB) sind die Anhangstabellen sowie die vorhandene Fotodokumentation der Ergebnisse enthalten.

5.1 Chlorhexidinhaltige Mundspüllösungen

Die mittleren Hemmhofdurchmesser der 31 chlorhexidinhaltigen Mundspüllösungen (Abb. 6) im Bakterien- bzw. Pilzrasen der Indikatorstämme - geordnet nach Streptokokken, Laktobazillen, Aktinomyzeten, Parodontopathogenen, *S. aureus*, *E. faecalis* und *C. albicans* - sind in Abbildung 7 als Stapeldiagramme mit abnehmender Konzentration dargestellt, die zahlenmäßigen Einzelbefunde sind im AHB Tabelle 2 dokumentiert.



Abbildung 6: In die In-vitro-Studie einbezogenen 31 chlorhexidinhaltigen Mundspüllösungen

Die MSPL Skinsept Mucosa (G 5) (Abb. 7) zeigte mit einer Chlorhexidinkonzentration von 20 % die am stärksten ausgeprägte antimikrobielle Wirkung und die Mundspülung Theramed 3D clean (G 1) nahezu keine (Abb. 7). Unter den MSPL mit Chlorhexidinkonzentrationen von 0,2 % (G 4) war die antimikrobielle Wirkung der Mundspüllösungen Chlorhexidindiguconat Lösung (Konzentrat) und Chlorhexidindiguconat Fertiglösung am wirkungsvollsten; Meridol Med CHX erwies sich am wenigsten effektiv (Abb. 7). Innerhalb der Gruppe 3 (G 3) wies Curasept ADS 212 die höchste Wirkung auf, die 0,1%ige Lösung von HEXAL die geringste. Angeführt wird die Gruppe 2 (G 2) von Odol med3 extreme plus (0,06 %); die Mundspülung HALITA hatte in dieser Gruppe die schwächste Wirkung (Abb. 7). Den geringsten

antimikrobiellen Effekt zeigten die MSPL ohne Angabe der Konzentration (G 1), wobei Lacalut aktiv noch die wirkungsvollste Lösung darstellte (Abb. 7). Aktinomyzeten und Streptokokken wurden am stärksten inhibiert und *C. albicans* und *E. faecalis* am schwächsten bis hin zur Resistenz.

Zur Bestimmung der Rangfolge der antimikrobiellen Wirkung gegenüber Streptokokken, Laktobazillen, Aktinomyzeten, Parodontopathogenen, *S. aureus*, *E. faecalis* und *C. albicans* wurden von allen 31 chlorhexidinhaltigen MSPL die Mittelwerte der Hemmhofdurchmesser (HHD) berechnet (AHB Tab. 3). Die Rangfolge wurde von Aktinomyzeten (HHD 29,5 mm) > angeführt, gefolgt von Streptokokken (HHD 23,6 mm) > *S. aureus* (HHD 22,9 mm) > Parodontopathogene (HHD 22,1 mm) > Laktobazillen (HHD 20,0 mm) > *C. albicans* (HHD 19,2 mm) > *E. faecalis* (HHD 16,4 mm).

Tabelle 5 lässt die empfindlichste Art bzw. Artenrangfolge innerhalb der Keimgruppen erkennen. Unter den Aktinomyzeten wurde der weiß pigmentierte *A. odontolyticus* vor *A. naeslundii* und der rot pigmentierten Variante von *A. odontolyticus* im Wachstum gehemmt (Tab. 5). Unter den Streptokokken war *S. sobrinus* am stärksten betroffen; es folgten *S. mutans* und *S. sanguinis* (Tab. 5). Von den ausgewählten Indikatorstämmen aus der Gruppe der Parodontopathogenen richtete sich die antibakterielle Wirkung der MSPL vor allem gegen *A. actinomycescomitans*; *P. gingivalis* folgte vor *F. nucleatum* (Tab. 5). Auch wenn unter den Laktobazillen *L. casei* die größten Hemmhöfe aufwies und *L. coryniformis* die geringsten, war die antibakterielle Wirkung relativ begrenzt (Abb. 7, Tab. 5, AHB Tab. 3).

Unterschiede zwischen den Mundspüllösungen innerhalb einer Gruppe wurden mit dem nichtparametrischen Mann-Whitney-U-Test geprüft. Die Ergebnisse zeigen, dass mit steigender Konzentration des antimikrobiell wirkenden Chlorhexidins die Wirksamkeit signifikant zunahm. Die Spüllösung Skinsept Mucosa (CHX-Konzentration 20 %) war allen anderen chlorhexidinhaltigen Lösungen signifikant überlegen (Tab. 6).

■ Streptokokken ■ Laktobazillen ■ Aktinomyzeten ■ Parodontopathogene ■ S. aureus ■ E. faecalis ■ C. albicans

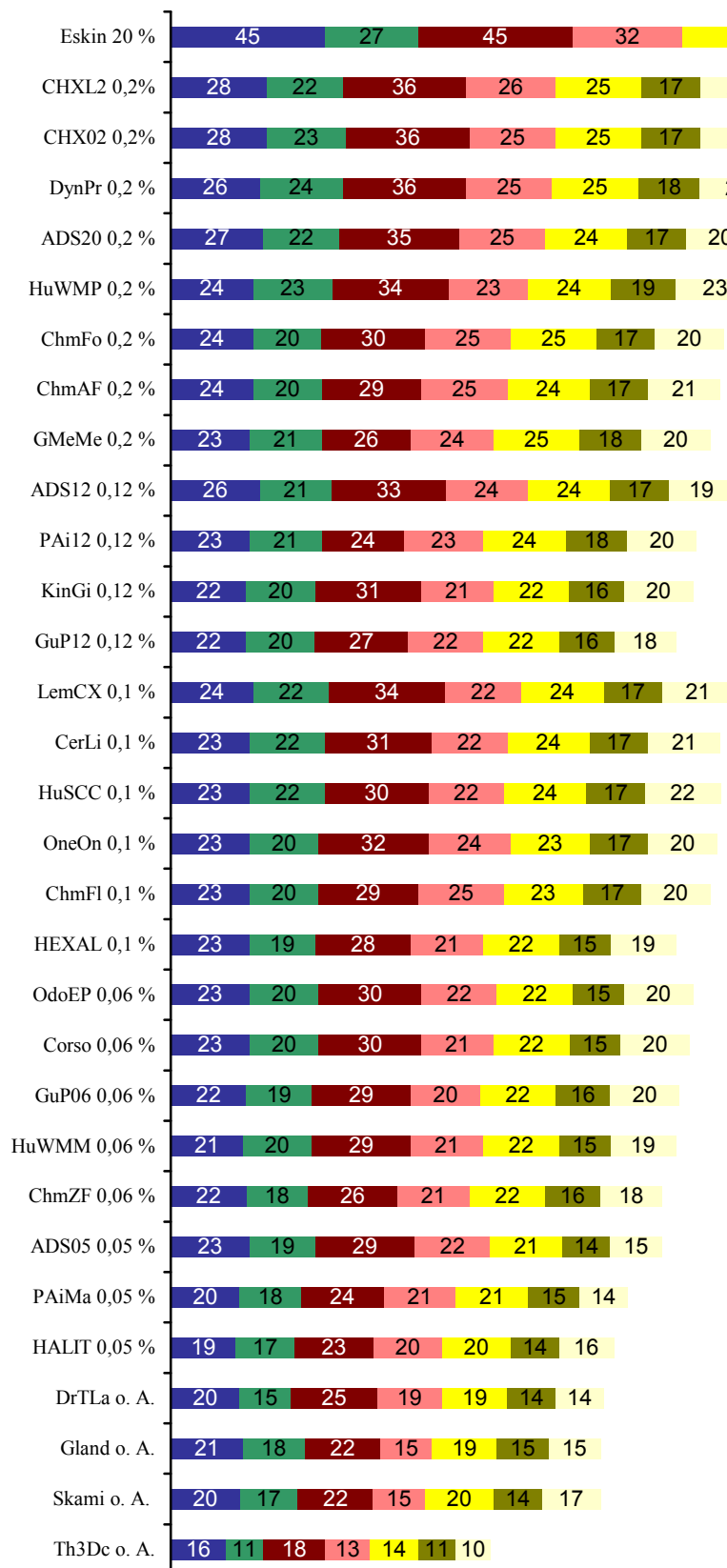


Abbildung 7: Hemmhofdurchmesser im Bakterien- bzw. Pilzrasen der Indikatorstämmen durch ausgewählte chlorhexidinhaltige Mundspüllösungen [Skinsept® mucosa 20 % (Eskin), Chlorhexidindigluconat Lösung 0,2 % (CHXL2), Chlorhexidindigluconat Fertiglösung 0,2 % (CHX02), Dynexan Proaktiv® 0,2 % (DynPr), CURASEPT® ADS 220 0,2 % (ADS20), miradent paroguard® 0,06 % (HuWMP), Chlorhexamed® Forte 0,2 % (ChmFo), Chlorhexamed® alkoholfrei 0,2 % (ChmAF), meridol® med CHX 0,2 % (GMeMe), CURASEPT® ADS 212 0,12 % (ADS12), PERIO-AID® 0,12 % (PAi12), Kin® Gingival 0,12 % (KinGi), Gum® Paroex 0,12 % (GuP12), Lemocin® CX Gurgellösung 0,1 % (LemCX), Cervitec® Liquid 0,1 % (CerLi), Cidegol® C 0,1 % (HuSCC), One Drop Only® Ondrohexidin 0,1 % (OneOn), Chlorhexamed® Fluid 0,1 % (ChmFl), HEXAL® Lösung 0,1 % (HEXAL), Odol-med3® extreme plus 0,06 % (OdoEP), Corsodyl Zahnfleischfluid 0,06 % (Corso), Gum® Paroex 0,06 % (GuP06), miradent mirafleur® 0,06 % (HuWMM), Chlorhexamed® Zahnfleischschutz 0,06 % (ChmZF), CURASEPT® ADS 205 0,05 % (ADS05), PERIO-AID® maintenance 0,05 % (PAiMa), HALITA® 0,05 % (HALIT), LACALUT® aktiv o. A. (DrTLA), Glandomed® o. A. (Gland), Kamistad® o. A. (Skami), Thera-med 3D clean o. A. (Th3Dc), o. A. (ohne Angabe)]

Tabelle 5: Rangfolge der Hemmhofgrößen im Bakterienrasen der Referenzstämmen durch ausgewählte chlorhexidinhaltige Mundspüllösungen

Stamm/ Produkt	Streptokokken			Laktobazillen			Aktinomyzeten			Parodontopathogene		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
ESkin	1	1	1	3	2	1	2	3	1	1	3	2
CHXL2	3	1	2	1	1	1	3	1	2	1	2	1
CHX02	3	1	2	3	2	1	3	1	2	1	3	2
DynPr	3	1	2	1	2	2	3	1	2	1	3	2
ADS20	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	3	2
HuWMP	1	3	2	1	2	3	1	2	1	2	1	1
ADS12	3	1	2	1	2	2	3	1	2	1	2	2
LemCX	2	1	3	1	2	2	3	1	2	1	3	2
ChmFo	2	1	2	1	1	1	2	3	1	1	3	2
ChmAF	2	1	2	2	2	1	3	2	1	1	3	2
CerLi	2	1	1	1	3	2	3	1	2	1	2	1
HuSCC	2	3	1	1	3	2	3	1	2	1	3	2
OneOn	2	1	2	2	1	2	3	1	2	2	3	1
GMeMe	3	2	1	1	1	2	2	3	1	1	3	2
ChmFl	2	1	2	2	2	1	3	2	1	1	3	2
PAi12	3	1	2	2	1	1	2	2	1	1	3	2
KinGi	1	2	1	2	3	1	3	1	2	1	2	1
OdoEP	3	2	1	1	3	2	3	1	2	1	3	2
Corso	3	2	1	1	2	2	3	1	2	1	3	2
GuP06	2	2	1	1	1	2	3	1	2	1	3	2
GuP12	1	2	3	1	2	2	2	1	1	1	3	2
HEXAL	3	2	1	1	2	2	3	1	2	1	3	2
HuWMM	2	3	1	1	2	1	3	1	2	1	3	2
ChmZF	2	1	2	1	1	1	3	2	1	1	3	2
ADS05	2	1	2	1	1	1	3	1	2	1	2	2
PaiMa	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	3	2
HALIT	2	1	1	1	1	1	3	2	1	1	3	2
DrTLA	2	1	1	1	2	2	3	1	2	1	2	1
Gland	3	1	2	1	1	1	3	1	2	1	2	2
Skami	3	1	2	1	1	1	2	1	1	1	3	2
Th3Dc	1	2	3	1	4	1	3	2	1	1	4	2

Kodierung der Stämme: Streptokokken: **A:** *S. sanguinis*, **B:** *S. sobrinus*, **C:** *S. mutans*; Laktobazillen: **A:** *L. casei*, **B:** *L. coryniformis*, **C:** *L. plantarum*; Aktinomyzeten: **A:** *A. odontolyticus* (R), **B:** *A. odontolyticus* (W), **C:** *A. naeslundii*; Parodontopathogene: **A:** *A. actinomycetemcomitans*, **B:** *F. nucleatum*, **C:** *P. gingivalis*
1 = größter Wert, 2 = mittlerer Wert, 3 = kleinster Wert, 4 = kein Effekt

[Skinsept[®] mucosa 20 % (ESkin), Chlorhexidindigluconat Lösung 0,2 % (CHXL2), Chlorhexidindigluconat Fertiglösung 0,2 % (CHX02), Dynexan Proaktiv[®] 0,2 % (DynPr), CURASEPT[®] ADS 220 0,2 % (ADS20), miradent paroguard[®] 0,06 % (HuWMP), CURASEPT[®] ADS 212 0,12 % (ADS12), Lemocin[®] CX Gurgellösung 0,1 % (LemCX), Chlorhexamed[®] Forte 0,2 % (ChmFo), Chlorhexamed[®] alkoholfrei 0,2 % (ChmAF), Cervitec[®] Liquid 0,1 % (CerLi), Cidegol[®] C 0,1 % (HuSCC), One Drop Only[®] Ondrohexidin 0,1 % (OneOn), meridol[®] med CHX 0,2 % (GMeMe), Chlorhexamed[®] Fluid 0,1 % (ChmFl), PERIO-AID[®] 0,12 % (PAi12), Kin[®] Gingival 0,12 % (KinGi), Odol-med3[®] extreme plus 0,06 % (OdoEP), Corsodyl Zahnfleischfluid 0,06 % (Corso), Gum[®] Paroex 0,06 % (GuP06), Gum[®] Paroex 0,12 % (GuP12), HEXAL[®] Lösung 0,1 % (HEXAL), miradent mirafluor[®] 0,06 % (HuWMM), Chlorhexamed[®] Zahnfleischschutz 0,06 % (ChmZF), CURASEPT[®] ADS 205 0,05 % (ADS05), PERIO-AID[®] maintenance 0,05 % (PaiMa), HALITA[®] 0,05 % (HALIT), LACALUT[®] aktiv o. A. (DrTLA), Glandomed[®] o. A. (Gland), Kamistad[®] o. A. (Skami), Theramed 3D clean o. A. (Th3Dc), o. A. (ohne Angabe)]

Tabelle 6: Signifikanzen (Mann-Whitney-U-Test, p-Werte) der chlorhexidinhaltigen Mundspüllösungen in Abhängigkeit von der Konzentration

Stämme/ Gruppe	STR	LAK	AKT	PAR	AUR	FAE	ALB
Gruppe G 1 gegen Gruppe G 2, G 3, G 4, G 5 (n = 4)							
G 2 (n = 8)	,069	,020↑	,016↑	,006↑	,006↑	,072	,059
G 3 (n = 10)	,003↑	,004↑	,005↑	,004↑	,004↑	,004↑	,004↑
G 4 (n = 8)	,006↑	,006↑	,006↑	,005↑	,004↑	,005↑	,006↑
G 5 (n = 1)	,147	,157	,147 <i>Test nicht möglich</i>	,147	,147	,147	,157
Gruppe G 2 gegen G 3, G 4, G 5 (n = 8)							
G 3 (n = 10)	,028↑	,006↑	,066	,008↑	,002↑	,002↑	,039↑
G 4 (n = 8)	,001↑	,002↑	,037↑	,001↑	,001↑	,001↑	,003↑
G 5 (n = 1)	,114	,112	,114 <i>Test nicht möglich</i>	,107	,088	,102	,115
Gruppe G 3 gegen G 4, G 5 (n = 10)							
G 4 (n = 8)	,006↑	,081	,140	,003↑	,002↑	,054	,038↑
G 5 (n = 1)	,084	,101	,112 <i>Test nicht möglich</i>	,104	,093	,084	,104
Gruppe G 4 gegen G 5 (n=8)							
G 5 (n = 1)	,114	,117	,114 <i>Test nicht möglich</i>	,090	,083	,088	,109

[STR = Streptokokken, LAK = Laktobazillen, AKT = Aktinomyzeten, PAR = Parodontopathogene, AUR = Staphylococcus aureus, FAE = Enterococcus faecalis, ALB = Candida albicans, G 1 = o. A., G 2 = < 0,1 %, G 3 = 0,1 % bis < 0,2 %, G 4 = 0,2 %, G 5 = 20 %, ↑ = signifikant größer, o. A. = ohne Angabe]

5.2 Cetylpyridiniumchloridhaltige Mundspüllösungen

In Abbildung 8 sind die 38 cetylpyridiniumchloridhaltigen Mundspülungen dargestellt.



Abbildung 8: In die In-vitro-Studie einbezogenen 38 cetylpyridiniumchloridhaltigen Mundspüllösungen

Da in vier dieser MSPL zusätzlich Chlorhexidin vorhanden ist, wurde auf diese bereits im Kapitel „chlorhexidinhaltige Mundspüllösungen“ im Ergebnisteil eingegangen.

Im Stapeldiagramm (Abb. 9) sind die mittleren Hemmhofdurchmesser der verbliebenen 34 cetylpyridiniumchloridhaltigen Mundspüllösungen im Bakterien- bzw. Pilzrasen mit absteigender Konzentration und nach den Indikatorstämmen dargestellt; ihre zahlenmäßigen Einzelbefunde sind im Anhangsband Tabelle 2 aufgelistet.

Es erfolgte eine Unterteilung der Mundspüllösungen in eine Cetylpyridiniumchloridgruppe ohne Konzentrationsangaben (G 1) sowie in eine Gruppe mit 0,05 % CPC (G 2).

Sowohl von den 34 cetylpyridiniumchloridhaltigen MSPL als auch von denen der Gruppe 1 (G 1) hatte die Mundspülung Colgate Multischutz die größte Wirkung und Sensodyne die geringste (Abb. 9). Innerhalb der Gruppe mit 0,05 % CPC (Abb. 9) hatte die Mundspüllösung Odol med3 mint die größte Wirkung und Odol med3 Junior die geringste.

Aktinomyzeten, Streptokokken und *S. aureus* wurden in ihrem Wachstum am stärksten und Laktobazillen sowie *E. faecalis* am wenigsten gehemmt.

Die Mittelwerte der Hemmhofdurchmesser der 34 cetylpyridiniumchloridhaltigen Mundspüllösungen wurden berechnet, um gegenüber Streptokokken, Laktobazillen, Aktinomyzeten, Parodontopathogenen, *S. aureus*, *E. faecalis* und *C. albicans* die Rangfolge

der antimikrobiellen Wirkung zu bestimmen (AHB Tab. 4). Aktinomyzeten (HHD 19,2 mm) wiesen die größte antimikrobielle Wirkung auf, gefolgt von Streptokokken, *S. aureus* und Parodontopathogenen (HHD 15,9 mm) > *C. albicans* (HHD 15,2 mm) > Laktobazillen (HHD 14,3 mm) > *E. faecalis* (HHD 13,8 mm).

Die empfindlichste Art und Artenrangfolge innerhalb einer Keimgruppe ist in Tabelle 7 dargestellt. In der Gruppe der Aktinomyzeten war *A. naeslundii* am stärksten betroffen; es folgten der weiß pigmentierte *A. odontolyticus* und der rot pigmentierte *A. odontolyticus*. Innerhalb der Streptokokken wurde *S. sanguinis* vor *S. sobrinus* und *S. mutans* am häufigsten im Wachstum gehemmt. *A. actinomycetemcomitans* wurde in der Gruppe der Parodontopathogenen am stärksten beeinflusst, wohingegen *P. gingivalis* und *F. nucleatum* die geringsten Hemmhofgrößen aufwiesen. Von den Indikatorstämmen der Laktobazillen richtete sich die antimikrobielle Wirkung der MSPL gleichermaßen sowohl gegen *L. plantarum* als auch gegen *L. coryniformis*; es folgte *L. casei* (Abb. 9, Tab. 7, AHB Tab. 4).

Mit Hilfe des nichtparametrischen Mann-Whitney-U-Test wurden Unterschiede zwischen den MSPL innerhalb der Cetylpyridiniumchloridgruppe geprüft. Signifikante Unterschiede zwischen den Mundspüllösungen der Gruppe „ohne Angabe“ der Konzentration und der Gruppe mit 0,05 % CPC lagen nicht vor (Tab. 8).

■ Streptokokken ■ Laktobazillen ■ Aktinomyzeten ■ Parodontopathogene ■ S. aureus ■ E. faecalis ■ C. albicans

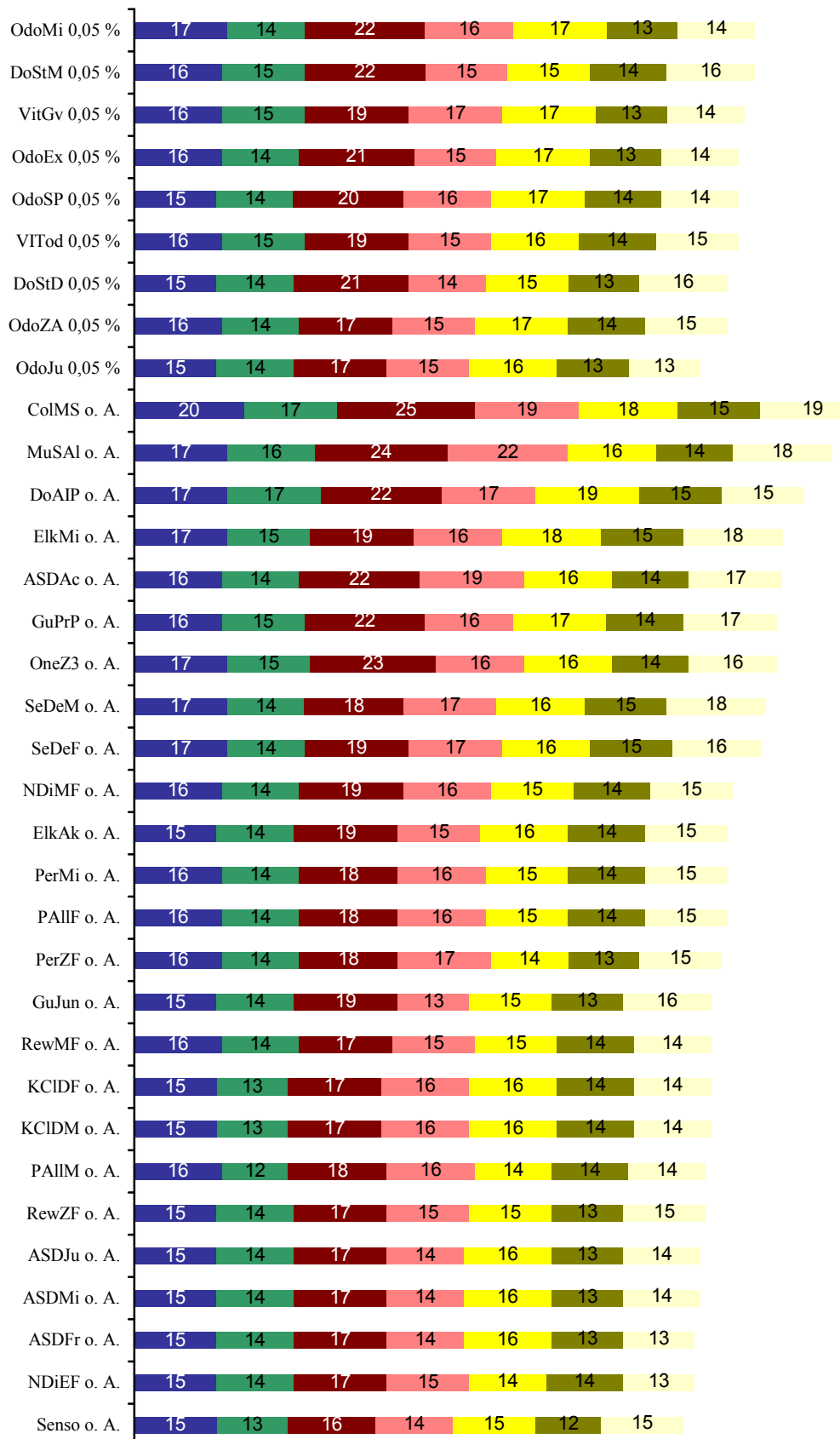


Abbildung 9: Hemmhofdurchmesser im Bakterien- bzw. Pilzrasen der Indikatorstämme durch ausgewählte cetylpyridiniumchloridhaltige Mundspülösungen

[Odo-med3®mint 0,05 % (OdoMi), Dobendan Strep-sils® 0,05 % Mint (DoStM), VITIS® gingival 0,05 % (VITGv), Odol-med3® extreme 0,05 % (OdoEx), Odolmed3® samtweiss polarfrisch 0,05 % (OdoSP), VITIS® orthodontic 0,05 % (VITod), Dobendan Strep-sils® Dolo 0,05 % (DoStD), Odol-med3® Zahnfleisch aktiv 0,05 % (OdoZA), Odol-med3® Junior 0,05 % (OdoJu), Colgate® Multischutz o. A. (ColMS), alkeme® o. A. (MuSAl), DONTA-Dent antibakt. Intensiv-Pflege o. A. (DoAIP), elkos dental Mint o. A. (ElkMi), ASD-ent activ o. A. (ASDAc), Gum® Protect plus o. A. (GuPrP), One Drop Only® Zx3 o. A. (OneZ3), SensiDent mint o. A. (SeDeM), SensiDent fresh o. A. (SeDeF), DIA-DENT mint fresh o. A. (NDiMF), elkos dental aktiv o. A. (ElkAk), Perlodent med mint o. A. (PerMi), all-dent fresh o. A. (PAIIF), Perlo-dent med Zahnfleischpflege o. A. (PerZF), Gum® Junior o. A. (GuJun), Mundspülung mint-frisch o. A. (RewMF), k-classic dental fresh o. A. (KCIDF), k-classic dental mint o. A. (KCIDM), all-dent mint o. A. (PAIIM), Mundspü-lung Zahnfleisch aktiv o. A. (RewZF), AS-dent Junior o. A. (ASDJu), AS-dent mint o. A. (ASDMi), AS-dent fresh o. A. (ASDFr), DIADENT extra Frisch o. A. (NDiEF), Sensodyne® o. A. (Senso), o. A. (ohne Angabe)]

Tabelle 7: Rangfolge der Hemmhofgrößen im Bakterienrasen der Referenzstämme durch ausgewählte cetylpyridiniumchloridhaltige Mundspüllösungen

Stamm/ Produkt	Streptokokken			Laktobazillen			Aktinomyzeten			Parodontopathogene		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
ColMS	2	1	1	2	1	1	3	1	2	2	3	1
MuSAI	1	2	2	3	2	1	3	1	2	2	3	1
DoAIP	2	2	1	3	2	1	2	1	1	1	2	3
ElkMi	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	3	2
ASDAc	2	3	1	1	1	1	2	1	2	2	3	1
GuPrP	2	1	1	2	1	1	3	1	2	2	3	1
OneZ3	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	3	1
SeDeM	1	2	3	2	2	1	2	3	1	1	2	2
SeDeF	1	2	3	2	2	1	2	3	1	1	3	2
OdoMi	2	1	2	2	2	1	2	1	3	1	1	2
DoStM	1	1	1	3	2	1	2	1	2	2	3	1
VitGv	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	3	2
OdoEx	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	3	2
OdoSP	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	3
VITod	2	1	2	3	1	2	2	2	1	1	4	2
NDiMF	1	2	3	2	1	1	2	3	1	1	3	2
ElkAk	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	3	2
PerMi	1	1	2	1	1	1	1	3	2	1	3	2
PAlIF	1	2	3	2	1	1	1	2	1	1	3	2
DoStD	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	3	2
OdoZA	2	1	1	3	2	1	3	2	1	1	3	2
PerZF	1	2	3	1	1	1	1	3	2	1	1	2
GuJun	1	2	1	2	1	1	3	1	2	1	4	1
RewMF	1	2	3	2	2	1	2	3	1	1	3	2
KCIDF	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	2	2
KCIDM	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	2	2
PAlIM	1	2	3	3	2	1	2	3	1	1	3	2
RewZF	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	3	2
ASDJu	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	3	2
OdoJu	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	3	2
ASDMi	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	3	2
ASDFr	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	3	2
NDiEF	1	2	3	2	1	1	2	3	1	1	3	2
Senso	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	3	2

Kodierung der Stämme: Streptokokken: **A:** *S. sanguinis*, **B:** *S. sobrinus*, **C:** *S. mutans*; Laktobazillen: **A:** *L. casei*, **B:** *L. coryniformis*, **C:** *L. plantarum*; Aktinomyzeten: **A:** *A. odontolyticus* (R), **B:** *A. odontolyticus* (W), **C:** *A. naeslundii*; Parodontopathogene: **A:** *A. actinomycetemcomitans*, **B:** *F. nucleatum*, **C:** *P. gingivalis*
1 = größter Wert, **2** = mittlerer Wert, **3** = kleinster Wert, **4** = kein Effekt

[Colgate® Multischutz o. A. (ColMS), alkeme® o. A. (MuSAI), DONTODent antibakt. Intensiv-Pflege o. A. (DoAIP), elkos dental Mint o. A. (ElkMi), AS-dent activ o. A. (ASDAc), Gum® Protect plus o. A. (GuPrP), One Drop Only® Zx3 o. A. (OneZ3), SensiDent mint o. A. (SeDeM), SensiDent fresh o. A. (SeDeF), Odol-med3®mint 0,05 % (OdoMi), Dobendan Strepsils® 0,05 % Mint (DoStM), VITIS® gingival 0,05 % (VITGv), Odol-med3® extreme 0,05 % (OdoEx), Odol-med3® samtweiss polarfrisch 0,05 % (OdoSP), VITIS® orthodontic 0,05 % (VITod), DIADENT mint fresh o. A. (NDiMF), elkos dental aktiv o. A. (ElkAk), Perlodent med mint o. A. (PerMi), all-dent fresh o. A. (PAlIF), Dobendan Strepsils® Dolo 0,05 % (DoStD), Odol-med3® Zahnfleisch aktiv 0,05 % (OdoZA), Perlodent med Zahnfleischpflege o. A. (PerZF), Gum® Junior o. A. (GuJun), Mundspülung mint-frisch o. A. (RewMF), k-classic dental fresh o. A. (KCIDF), k-classic dental mint o. A. (KCIDM), all-dent mint o. A. (PAlIM), Mundspülung Zahnfleisch aktiv o. A. (RewZF), AS-dent Junior o. A. (ASDJu), Odol-med3® Junior 0,05 % (OdoJu), AS-dent mint o. A. (ASDMi), AS-dent fresh o. A. (ASDFr), DIADENT extra Frisch o. A. (NDiEF), Sensodyne® o. A. (Senso), o. A. (ohne Angabe)]

Tabelle 8: Signifikanzen (Mann-Whitney-U-Test, p-Werte) der cetylpyridinium-chloridhaltigen Mundspüllösungen in Abhängigkeit von der Konzentration

Stämme/ Gruppe	STR	LAK	AKT	PAR	AUR	FAE	ALB
Gruppe G 1 gegen G 2 (n = 25)							
G 2 (n = 9)	,787	,491	,240	,269	,112	,101	,192

[STR = Streptokokken, LAK = Laktobazillen, AKT = Aktinomyzeten, PAR = Parodontopathogene, AUR = Staphylococcus aureus, FAE = Enterococcus faecalis, ALB = Candida albicans, G 1 = o. A., G 2 = 0,05 %, o. A. = ohne Angabe]

5.3 Fluoridhaltige Mundspüllösungen

Unter den insgesamt 119 Mundspüllösungen enthielten 68 Fluoride (Abb. 10).



Abbildung 10: In die In-vitro-Studie einbezogenen 68 fluoridhaltigen Mundspüllösungen

Die Untersuchungsergebnisse von 39 dieser MSPL wurden schon in den Kapiteln 5.1 und 5.2 dargestellt, da sie zusätzlich CHX oder CPC enthielten. Die in diesem Kapitel dargestellten Ergebnisse basieren somit auf 29 untersuchten fluoridhaltigen MSPL. Die zahlenmäßigen Einzelbefunde sind im AHB Tabelle 2 dokumentiert.

Nach ihrer Fluoridkonzentration wurden die 29 MSPL in drei Gruppen unterteilt. Bei den MSPL der Gruppe 1 (G 1) lagen keine Angaben zur Fluoridkonzentration vor, MSPL der Gruppe 2 (G 2) enthielt Fluoridkonzentrationen unter 250 ppm und die Konzentration der

MSPL in Gruppe 3 (G 3) lag zwischen 250 ppm und 500 ppm. Die mittleren Hemmhofdurchmesser im Bakterienrasen sind mit absteigender Fluoridkonzentration in Abbildung 11 als Stapeldiagramm - geordnet nach Streptokokken, Laktobazillen, Aktinomyzeten, Parodontopathogenen, *S. aureus* und *E. faecalis* und im Pilzrasen von *C. albicans* - dargestellt.

Innerhalb der MSPL der Gruppe 1 (G 1) war die Mundspülung Elkadent Kräuter am wirkungsvollsten, Parontal F5 med war gegen keinen der Indikatorstämme effektiv. Bei den MSPL mit Fluoridkonzentrationen unter 250 ppm (G 2) hatte Colgate Whitening die beste und Desensin Plus sowie Listerine Zahn- und Zahnfleischschutz keinerlei antimikrobielle Wirkung. Die Kinderzahnsplung Dontodent Junior (G 3) wies die stärkste antimikrobielle Wirkung auf und Alverde keinen Effekt.

Insgesamt war die MSPL Elkadent Kräuter von allen 29 fluoridhaltigen MSPL die wirkungsvollste und die Spüllösungen Alverde, Listerine Zahn- und Zahnfleischschutz, Parontal F5 med sowie Desensin plus erwiesen sich gegenüber keinem Indikatorstamm als antimikrobiell.

Um gegenüber Streptokokken, Laktobazillen, Aktinomyzeten, Parodontopathogenen und der Gruppe „Andere“ die Rangfolge der antimikrobiellen Wirkung bestimmen zu können, wurden aus den 29 fluoridhaltigen MSPL die Hemmhofmittelwerte errechnet (AHB Tab. 5). Angeführt von den Aktinomyzeten (HHD 17,1 mm) folgten Streptokokken (HHD 14,9 mm) > *S. aureus* und Parodontopathogene (HHD 14,2 mm) > Laktobazillen (HHD 12,0 mm) > *C. albicans* und *E. faecalis* (HHD 11,7 mm).

In Tabelle 9 sind die Art und Artenrangfolge Keimgruppen spezifisch dargestellt. Innerhalb der Gruppe der Aktinomyzeten wurde der weiß pigmentierte *A. odontolyticus* vor *A. naeslundii* und der roten Variante von *A. odontolyticus* am stärksten gehemmt. Von den Indikatorstämmen der Streptokokken wurde die Rangfolge von *A. sanguinis* angeführt, gefolgt von *S. mutans* und *S. sobrinus*. Am stärksten inhibiert wurde *A. actinomycetemcomitans* in der Gruppe der Parodontopathogenen; es folgten *P. gingivalis* und *F. nucleatum*. Die geringe antimikrobielle Wirkung gegenüber den Laktobazillen richtet sich gegen *L. coryniformis*, gefolgt von *L. plantarum* und *L. casei* (Abb. 11, Tab. 9, AHB Tab. 5).

Innerhalb der Fluoridgruppe wurden Unterschiede zwischen den MSPL mit dem nichtparametrischen Mann-Whitney-U-Test geprüft. MSPL ohne Konzentrationsangabe (G 1) und mit weniger als 250 ppm Fluorid erwiesen sich als gleich effizient (Tab. 10). MSPL mit 250 bis 500 ppm Fluorid (G 3) waren MSPL der Gruppe 2 überlegen.

■ Streptokokken ■ Laktobazillen ■ Aktinomyzeten ■ Parodontopathogene ■ S. aureus ■ E. faecalis ■ C. albicans

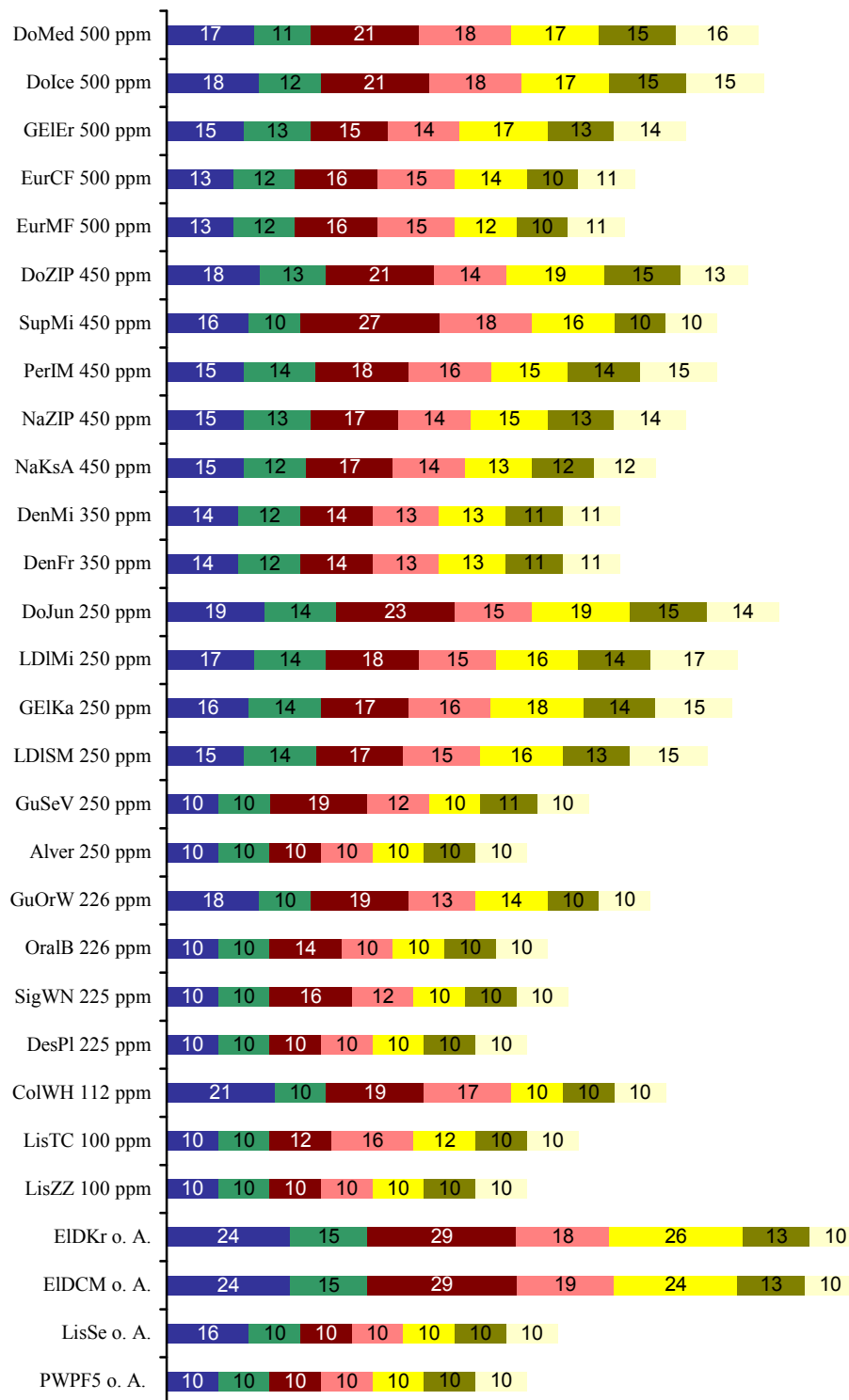


Abbildung 11: Hemmhofdurchmesser im Bakterien- bzw. Pilzrasen der Indikatorstämme durch ausgewählte fluoridhaltige Mundspüllösungen [DONTODent Med Complete (DoMed), DONTODent Ice Mint (Dolce), elmex® Erosionsschutz (GEIer), eurodontcool fresh (EurCF), eurodont mint-fresh (EurMF), DONTODent Zahnfleisch Intensiv-Pflege (DoZIP), Superdent mint (SupMi), Perlo-dent med Intensiv Mundspülung (PerIM), natuvell dental Zahnfleisch Intensiv-Pflege (NaZIP), natuvell dental Kariesschutz aktiv (NaKsA), dentabella mint (DenMi), denta-bella fresh (DenFr), DONTO-Dent Junior (DoJun), dentalux mint (LDIMi), dentalux soft-mint (LDISM), Gum® SensiVital (GuSeV), alverde (Alver), Gum® Original White (GuOrW), Oral-B® sensitive (OralB), Signal White now (SigWN), Desensin® plus (DesPI), Colgate® Whitening (ColWH), Listerine® total care (LisTC), Listerine® Zahn- und Zahnfleischschutz (LisZZ), elkadent Kräuter (EIDKr), elkadent Cool Mint (EIDCM), Listerine® total care sensitive (LisSe), Parotal F5® med (PWPF5), o. A. (ohne Angabe)]

Tabelle 9: Rangfolge der Hemmhofgrößen im Bakterienrasen der Referenzstämmen durch ausgewählte fluoridhaltige Mundspüllösungen

Stamm/ Produkt	Streptokokken			Laktobazillen			Aktinomyzeten			Parodontopathogene		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
ElkKr	2	2	1	2	1	4	2	3	1	1	3	2
ElkCM	2	2	1	2	1	4	2	3	1	1	2	2
DoJun	3	2	1	2	1	4	1	3	2	1	3	2
DoIce	1	2	3	1	4	4	2	3	1	1	3	2
DoMed	1	3	2	1	4	4	1	2	1	1	3	2
DoZIP	3	2	1	2	1	4	2	3	1	1	4	2
LDIMi	1	2	2	3	1	2	2	1	2	1	3	2
GEIKa	2	1	3	2	1	2	2	1	1	1	3	2
PerIM	1	2	2	2	2	1	2	1	3	1	2	2
SupMi	3	2	1	4	4	4	3	1	2	2	3	1
LDISM	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1	3	2
GEIEr	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	3	1
NaZIP	1	2	1	1	1	2	2	1	1	3	2	1
ColWH	1	2	3	4	4	4	2	1	3	2	1	1
NaKsA	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1
GuOrW	1	2	3	4	4	4	3	1	2	1	2	4
EurCF	1	2	3	2	1	1	1	3	2	1	1	2
EurMF	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2
DenMi	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	3	1
DenFr	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2
GuSeV	4	4	4	4	4	4	2	1	4	4	4	1
LisTC	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	1	2
SigWN	4	4	1	4	4	4	4	2	1	2	3	1
LisSe	1	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Oral B	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4
Alver	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
LisZZ	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
PWPF5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DesPl	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Kodierung der Stämme: Streptokokken: **A:** *S. sanguinis*, **B:** *S. sobrinus*, **C:** *S. mutans*; Laktobazillen: **A:** *L. casei*, **B:** *L. coryniformis*, **C:** *L. plantarum*; Aktinomyzeten: **A:** *A. odontolyticus* (R), **B:** *A. odontolyticus* (W), **C:** *A. naeslundii*; Parodontopathogene: **A:** *A. actinomycetemcomitans*, **B:** *F. nucleatum*, **C:** *P. gingivalis*
1 = größter Wert, 2 = mittlerer Wert, 3 = kleinster Wert, 4 = kein Effekt

[elkadent Kräuter (ElkKr), elkadent Cool Mint (ElkCM), DONTODent Junior (DoJun), DONTODent Ice mint (DoIce), DONTODent Med Complete (DoMed), DONTODent Zahnfleisch Intensiv-Pflege (DoZIP), dentalux mint (LDIMi), elmex® Kariesschutz (GEIKa), Perlodent med Intensiv Mundspülung (PerIM), Superdent mint (SupMi), dentalux soft-mint (LDISM), elmex® Erosionsschutz (GEIEr), natuvel dental Zahnfleisch Intensiv-Pflege (NaZIP), Colgate® Whitening (ColWH), natuvel dental Kariesschutz aktiv (NaKsA), Gum® Original White (GuOrW), eurodontcool fresh (EurCF), eurodont mint-fresh (EurMF), dentabella mint (DenMi), dentabella fresh (DenFr), Gum® SensiVital (GuSeV), Listerine® total care (LisTC), Signal White now (SigWN), Listerine® total care sensitive (LisSe), Oral-B® sensitive (OralB), alverde (Alver), Listerine® Zahn- und Zahnfleischschutz (LisZZ), Parodontal F5® med (PWPF5), Desensin® plus (DesPl)]

Tabelle 10: Signifikanzen (Mann-Whitney-U-Test, p-Werte) der fluoridhaltigen Mundspüllösungen in Abhängigkeit von der Konzentration

Stämme/ Gruppe	STR	LAK	AKT	PAR	AUR	FAE	ALB
Gruppe G 1 gegen G 2, G 3 (n = 4)							
G 2 (n = 7)	,121	,335	,697	,619	,274	,049↓	1,000
G 3 (n = 18)	,264	,793	,932	,966	,864	,338	,009↑
Gruppe G 2 gegen G 3 (n = 7)							
G 3 (n = 18)	,140	,024↑	,082	,105	,003↑	,002↑	,001↑

[STR = Streptokokken, LAK = Laktobazillen, AKT = Aktinomyzeten, PAR = Parodontopathogene, AUR = Staphylococcus aureus, FAE = Enterococcus faecalis, ALB = Candida albicans, G 1 = o.A., G 2 = < 250 ppm, G 3 = 250 ppm bis 500 ppm, ↑ = signifikant größer, ↓ signifikant kleiner, o. A. = ohne Angabe]

5.4 Sonstige Mundspüllösungen

Die verbliebenen 25 Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“, die keiner der drei zuvor besprochenen MSPL-Gruppen zugeordnet werden konnten, enthielten als Inhaltsstoffe Alkohol, Metallsalze, ätherische Öle, Hexetidin, Dequalinium- und Benzalkoniumchlorid oder Povidon-Iod, ihre zahlenmäßigen Einzelbefunde sind im Anhangsbuch der Tabelle 2 zu entnehmen.

In Abbildung 12 sind die mittleren Hemmhofdurchmesser im Bakterienrasen von Streptokokken, Laktobazillen, Aktinomyzeten, Parodontopathogenen, S. aureus und E. faecalis als Stapeldiagramm mit abnehmender Größe der Hemmhöfe dargestellt und im Pilzrasen von C. albicans. Die MSPL Dequonal zeigt innerhalb der Gruppe mit dem antimikrobiellen Ingredienzien Dequalinium- und Benzalkoniumchlorid die am stärksten ausgeprägte Wirkung. Gefolgt von Braunol und Betaisodona mit dem Wirkstoff Povidon-Iod und der Spülung Hexoral mit dem Inhaltsstoff Hexetidin zählen diese zu den wirkungsvollsten Lösungen in der Gruppe „Sonstige“.

Keinerlei Wirkung wiesen die MSPL Blend-a-med, Aldiamed, Gum Bio Xtra, Inspirol Original, Listerine Coolmint, Listerine Cool Citrus und Dr. Hauschka Salbei auf.

Zur Bestimmung der Rangfolge der antimikrobiellen Wirkung wurden von den 25 Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“ die Mittelwerte der Hemmhöfe berechnet (AHB Tab. 6). Angeführt wurde die Rangfolge von Aktinomyzeten (HHD 17,7 mm) > gefolgt von *S. aureus* und Parodontopathogene (HHD 14,6 mm) > Streptokokken (HHD 14,1 mm) > *C. albicans* (HHD 12,8 mm) > *E. faecalis* (HHD 12,7 mm) > Laktobazillen (HHD 12,5 mm).

Tabelle 11 zeigt die empfindlichste Art bzw. Artenrangfolge innerhalb der Keimgruppen auf. In der Gruppe der Aktinomyzeten wurden der weiß pigmentierte *A. odontolyticus* vor *A. naeslundii* und der rot pigmentierten Variante von *A. odontolyticus* im Wachstum gehemmt. Unter den Parodontopathogenen war *P. gingivalis* am stärksten betroffen; es folgten *A. actinomycetemcomitans* und *F. nucleatum*. In der Gruppe der Streptokokken wurde *S. sobrinus*, gefolgt von *S. sanguinis* und *S. mutans* am stärksten unterdrückt. Die geringste Wirkung zeigten die Laktobazillen mit der Rangfolge *L. casei* > *L. coryniformis* > *L. plantarum*.

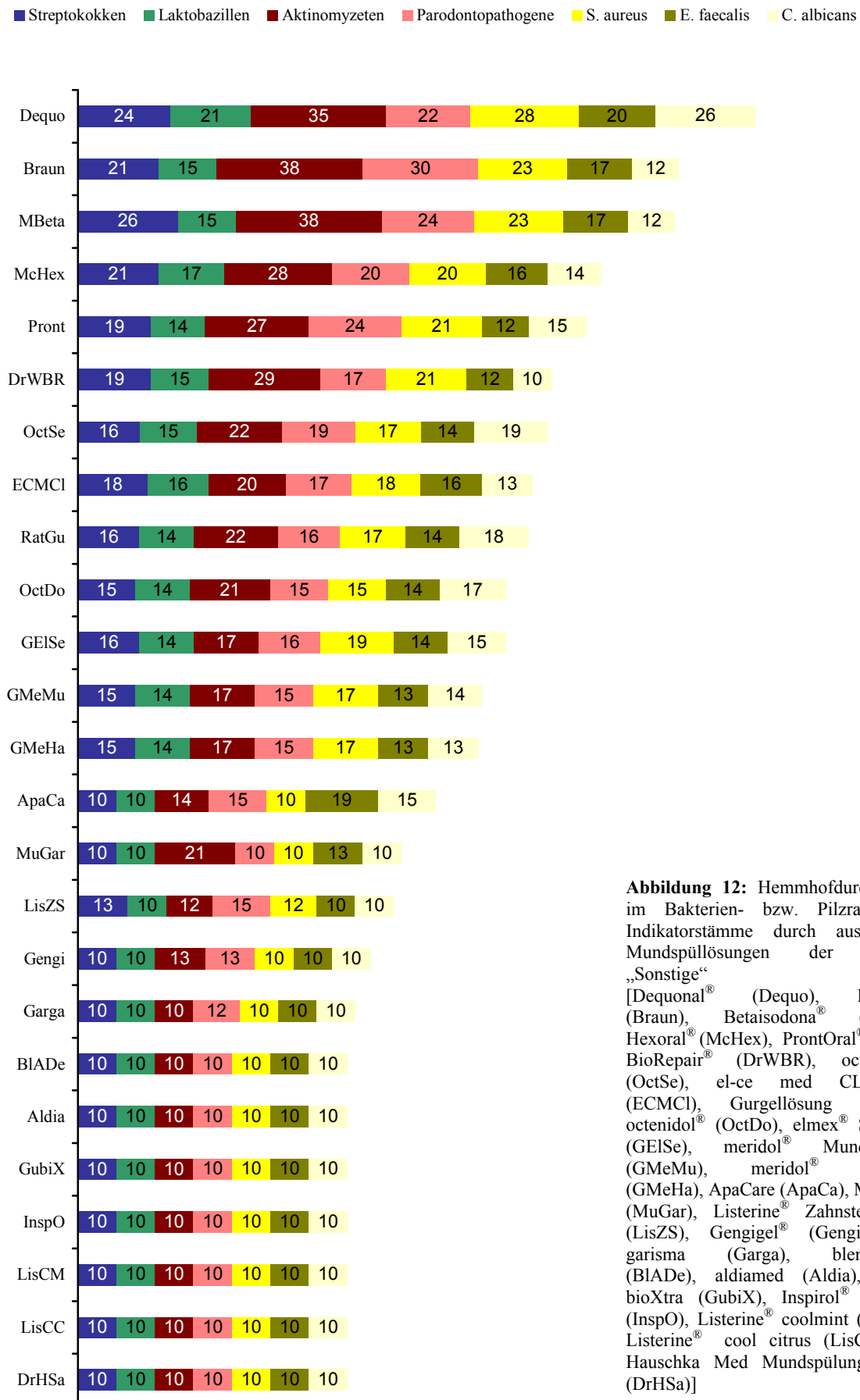


Abbildung 12: Hemmhofdurchmesser im Bakterien- bzw. Pilzrasen der Indikatorstämme durch ausgewählte Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“ [Dequonal® (Dequo), Braunol® (Braun), Betaisodona® (MBeta), Hexoral® (McHex), ProntOral® (Pront), BioRepair® (DrWBR), octenisept® (OctSe), el-ce med CLINICAL (ECMCI), Gurgellösung (RatGu), octenidol® (OctDo), elmex® Sensitive (GEISe), meridol® Mundspülung (GMeMu), meridol® Halitosis (GMeHa), ApaCare (ApaCa), MuGard® (MuGar), Listerine® Zahnsteinschutz (LisZS), Gengigel® (Gengi), Gargarisma (Garga), blend-a-dent (BLADe), aldiamed (Aldia), Gum® bioXtra (GubiX), Inspirol® Original (InspO), Listerine® coolmint (LisCM), Listerine® cool citrus (LisCC), Dr. Hauschka Med Mundspülung Salbei (DrHSa)]

Tabelle 11: Rangfolge der Hemmhofgrößen im Bakterienrasen der Referenzstämmen durch ausgewählte Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“

Stamm/ Produkt	Streptokokken			Laktobazillen			Aktinomyzeten			Parodontopathogene		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Dequo	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	3	2
Braun	1	2	3	1	2	2	2	1	3	1	3	2
MBeta	1	3	2	1	3	2	2	1	3	2	3	1
McHex	1	1	2	1	1	1	2	1	3	2	3	1
Pront	1	1	1	1	2	2	3	1	2	2	3	1
DrWBR	3	2	1	1	1	4	1	3	2	1	2	3
OctSe	2	1	2	1	3	2	3	1	2	1	3	2
ECMCI	3	2	1	2	1	1	2	3	1	2	3	1
RatGu	1	2	2	1	2	3	3	1	2	2	3	1
OctDo	2	1	3	1	2	2	3	1	2	2	3	1
GELSe	2	1	3	2	1	2	2	1	1	1	3	2
GMeMu	2	1	1	1	1	1	3	2	1	2	3	1
GMeHa	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1
ApaCa	4	4	4	4	4	4	4	1	4	2	4	1
MuGar	4	4	4	4	4	4	2	1	2	4	4	4
LisZS	1	2	4	4	4	4	1	4	4	4	1	2
Gengi	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	1
Garga	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4
BIADe	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Aldia	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
GubiX	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
InspO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
LisCM	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
LisCC	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DrHSa	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Kodierung der Stämme: Streptokokken: **A:** *S. sanguinis*, **B:** *S. sobrinus*, **C:** *S. mutans*; Laktobazillen: **A:** *L. casei*, **B:** *L. coryniformis*, **C:** *L. plantarum*; Aktinomyzeten: **A:** *A. odontolyticus* (R), **B:** *A. odontolyticus* (W), **C:** *A. naeslundii*; Parodontopathogene: **A:** *A. actinomycetemcomitans*, **B:** *F. nucleatum*, **C:** *P. gingivalis*
 1 = größter Wert, 2 = mittlerer Wert, 3 = kleinster Wert, 4 = kein Effekt

[Dequonal® (Dequo), Braunol® (Braun), Betaisodona® (MBeta), Hexoral® (McHex), ProntOral® (Pront), BioRepair® (DrWBR), octenisept® (OctSe), el-ce med CLINICAL (ECMCI), Gurgellösung (RatGu), octenidol® (OctDo), elmex® Sensitive (GELSe), meridol® Mundspülung (GMeMu), meridol® Halitosis (GMeHa), ApaCare (ApaCa), MuGard® (MuGar), Listerine® Zahnsteinschutz (LisZS), Gengigel® (Gengi), Gargarisma (Garga), blend-a-dent (BIADe), aldiamed (Aldia), Gum® bioXtra (GubiX), Inspirol® Original (InspO), Listerine® coolmint (LisCM), Listerine® cool citrus (LisCC), Dr. Hauschka Med Mundspülung Salbei (DrHSa)]

5.5 Synopsis der Befunde

In den vier Hauptgruppen der 119 MSPL - Chlorhexidin, Cetylpyridiniumchlorid, Fluorid und „Sonstige“ - wurden innerhalb der Keimgruppen die Mittelwerte der Hemmhöfe gebildet (Tab. 12). Aktinomyzeten wurden von den MSPL aller Gruppen am stärksten in ihrem Wachstum unterdrückt und *Enterococcus faecalis* - mit Ausnahme der MSPL „Sonstige“ - am schwächsten. Es folgten Streptokokken, *Staphylococcus aureus* sowie die Parodontopathogenen; Laktobazillen und *Candida albicans* wurden wenig beeinträchtigt.

Tabelle 12: Rangfolge der Mittelwerte der Hemmhofdurchmesser (mm) der Indikatorstämme

Gruppe	AKT	STR	AUR	PAR	LAK	ALB	FAE
CHX (n = 31)	29,5	23,6	22,9	22,1	20,0	19,2	16,4
CPC (n = 34)	19,2	15,9	15,9	15,9	14,3	15,2	13,8
F⁻ (n = 29)	17,1	14,9	14,2	14,2	12,0	11,7	11,7
„Sonstige“ (n = 25)	17,7	14,1	14,6	14,6	12,5	12,8	12,7

[AKT = Aktinomyzeten, STR = Streptokokken, AUR = Staphylococcus aureus, PAR = Parodontopathogene, LAK = Laktobazillen, ALB = Candida albicans, FAE = Enterococcus faecalis, CHX = Chlorhexidin, CPC = Cetylpyridiniumchlorid, F⁻ = Fluorid]

Mit dem nichtparametrischen Wilcoxon-Test wurde geprüft, welcher Inhaltsstoff in MSPL für welche Stammgruppe (Aktinomyzeten, Streptokokken, Laktobazillen, Parodontopathogene) bzw. S. aureus, E. faecalis und C. albicans Mittel der Wahl für eine optimale chemische Plaquekontrolle sein dürfte (Tab. 13). Dabei erwies sich Chlorhexidin als bester antimikrobieller Wirkstoff innerhalb der getesteten Mundspüllösungen und kann weiterhin als „Goldstandard“ der oralen antiseptischen Therapie angesehen werden.

Tabelle 13: Antimikrobielle Effizienzbewertung der Mundspüllösungen (p-Werte, nichtparametrischer Wilcoxon-Test)

Stämme/ Gruppen	AKT	STR	AUR	PAR	LAK	ALB	FAE
Gruppe CHX gegen CPC, F⁻, „Sonstige“ (n = 31)							
CPC (n = 34)	,000↓	,000↓	,000↓	,000 ↓	,000↓	,000↓	,000↓
F ⁻ (n = 29)	,000↓	,000↓	,000↓	,000↓	,000↓	,000↓	,000↓
„Sonstige“ (n = 25)	,000↓	,000↓	,000↓	,000↓	,000↓	,000↓	,000↓
Gruppe CPC gegen F⁻, „Sonstige“ (n = 34)							
F ⁻ (n = 29)	,003↓	,077	,013↓	,000↓	,000↓	,000 ↓	,000↓
„Sonstige“ (n = 25)	,353	,034↓	,007↓	,259	,003↓	,002↓	,093
Gruppe F⁻ gegen „Sonstige“ (n = 29)							
„Sonstige“ (n = 25)	,794	,106	,497	,794	,250	,811	,081

[AKT = Aktinomyzeten, STR = Streptokokken, AUR = Staphylococcus aureus, PAR = Parodontopathogene, LAK = Laktobazillen, ALB = Candida albicans, FAE = Enterococcus faecalis, CHX = Chlorhexidin, CPC = Cetylpyridiniumchlorid, F⁻ = Fluorid, ↓ = signifikant kleiner]

6 Diskussion

Die mikrobielle Plaque/Biofilm ist zweifelsohne ein bedeutender ätiologischer Faktor für das Entstehen von Karies, Gingivitis und Parodontitis. Durch die regelmäßige und gründliche Entfernung des oralen Biofilms kann Karies wirksam vorgebeugt werden, so dass die häusliche Mundpflege elementarer Bestandteil der effektiven mechanischen Belagskontrolle ist. Da mechanische Plaquekontrolle in vielen Fällen nur unzureichend ausgeführt wird, kann sie chemisch mit Mundspüllösungen unterstützt werden. Antimikrobiell wirkende Ingredienzien sind dabei wichtige Inhaltsstoffe in Mundspüllösungen, die entweder das Wachstum oder die Lebensfähigkeit der Mikroorganismen inhibieren. Zu ihnen zählen neben Chlorhexidin und Cetylpyridiniumchlorid auch Fluoride und die in der vorliegenden Studie zusammengefassten Agenzien der Gruppe „Sonstige“ (Alkohol, Metallsalze, ätherische Öle, Hexetidin, Dequalinium- und Benzalkoniumchlorid oder Povidon-Iod).

Die Empfehlung zum klinischen Einsatz einzelner Präparate basiert gewöhnlich auf Ergebnissen klinischer Studien oder Ergebnissen von In-vitro-Untersuchungen. Das Bestreben, Mundspüllösungen in ihrer Wirksamkeit zu verbessern, führte bis heute zu einer Vielzahl von Produkten auf dem Dentalmarkt.

In der vorliegenden In-vitro-Studie galt es der Frage nachzugehen, inwieweit die auf dem Markt erhältlichen Mundspüllösungen in der Lage sind, präventiv Karies, Gingivitis und Parodontitis verursachende Keime antimikrobiell zu beeinflussen. Dabei fand der Agar-Hemmhoftest Verwendung, mit dem bereits Fleming 1929 die Wirkung des Penicillins auf Staphylokokken erkannte (Liedtke 2003). In der Zahnheilkunde wurde der Agar-Hemmhoftest insbesondere durch die Arbeitsgruppe um Emilson zur Untersuchung der antibakteriellen Wirkung von Chlorhexidin eingesetzt (Emilson 1977).

Bis heute haben sich pars pro toto Autoren wie Gjermo et al. (1970), Steinberg et al. (1999), Herrera et al. (2003), Decker et al. (2005) oder Pan et al. (2010) mit der antimikrobiellen Wirkung von Mundspüllösungen *in vitro* beschäftigt und es existiert eine Vielzahl von Studien, die sich ihrer klinischen Effizienzbewertung widmeten.

Die Ergebnisse von In-vivo- und In-vitro-Studien zur Bewertung von Mundspüllösungen mit Chlorhexidin, Cetylpyridiniumchlorid, Fluoriden, Alkohol, Metallsalzen, ätherischen Ölen, Hexetidin, Dequalinium- und Benzalkoniumchlorid oder Povidon-Iod sollen nachfolgend unter dem Blickwinkel der eigenen Ergebnisse betrachtet werden.

6.1 Chlorhexidinhaltige Mundspüllösungen

Loe und Schiøtt (1970a) führten mit ihrer klassisch-experimentellen Studie zur Auslösung einer Gingivitis das von Davies et al. bereits 1954 in die Medizin eingeführte Chlorhexidin auch in die Zahnheilkunde ein. Nach 21-tägiger Plaqueakkumulation bei freiwilligen Probanden konnte die Plaque assoziierte Gingivitis nach 6-maligen Spülen mit einer 0,2%igen CHX-Lösung erfolgreich therapiert werden. Der Plaque-Index der Probanden sank von 1,74 auf Null. Das Bisbiguanid CHX gilt bis heute als „Goldstandard“ in der oralen antiseptischen Therapie (Schröder 2000, Arweiler et al. 2011). Es zeichnet sich durch ein großes antibakterielles, antimykotisches und antivirales Wirkspektrum aus.

Durch seine hohe Substantivität steht es bis zu 24 Stunden für einen „slow release“ zur Verfügung (Bonesvoll et al. 1974b). CHX-haltige Mundspüllösungen werden in Zusammenhang mit operativen Eingriffen zur Keimreduktion oder zur Sofortbehandlung plaquebedingter Gingivitiden erfolgreich eingesetzt. Vor einer Verwendung über zwei bis drei Wochen hinaus wird wegen möglicher Nebenwirkungen (Verfärbungen an Zähnen, Restaurationen und der Schleimhaut, Geschmacksbeeinträchtigungen) abgeraten. Studien, die sich mit der antimikrobiellen Wirkung von CHX *in vivo* und *in vitro* auseinandersetzten, sollen Grundlage der Diskussion sein (AHB Tab. 7 und 8).

In den klinischen Studien (AHB Tab. 7) wurde gewöhnlich der Wirkung von 0,05%igen bis 2,0%igen (Loe und Schiøtt 1974b) CHX-Mundspüllösungen im Vergleich zu einer anderen Mundspüllösung bzw. einer Placebolösung nachgegangen. Gewöhnlich wurde CHX als einziges antimikrobielles Ingredienz verwendet; lediglich Hoffmann et al. (2001), Zanela et al. (2002), Herrera et al. (2003), Roldán et al. (2004) und Wigger-Alberti et al. (2009) kombinierten CHX mit CPC, mit Fluoriden oder mit Ingredienzien der Gruppe „Sonstige“.

Zwischen 7 (Bonesvoll und Gjermo 1978) und 456 (Banting et al. 1989) Probanden wurden bei Studienlängen zwischen drei Tagen (Bonesvoll und Gjermo 1978) und 24 Monaten (Banting et al. 1989) einbezogen. Die Studienteilnehmer wurden mehrheitlich angehalten, ein- bis zweimal täglich für 30 bis 60 Sekunden mit 10 ml bis 20 ml der entsprechenden Mundspüllösung zu spülen; Loe und Schiøtt (1970a) ließen die Probanden zwischen zwei- bis zu fünfmal am Tag spülen (AHB Tab.7).

Objektiv kann die antimikrobielle Effizienz einer Spüllösung allerdings nur in Kenntnis der Patientencompliance beurteilt werden, die ein hohes Maß an Mitarbeit erfordert. Nur in etwa einem Drittel der erfassten Studien wurde die Compliance der Probanden dokumentiert (Exner und Gregori 1984, de la Rosa et al. 1988, Overholser et al. 1990, Schulz et al. 1991, Kramer et al. 1997/98, Riep et al. 1999, König et al. 2002, Zanela et al. 2002, Herrera et al.

2003, Roldán et al. 2004 und Arweiler et al. 2006). Welche große Bedeutung die dokumentierte Patientencompliance hat, verdeutlichen die Studien von Geiger et al. (1992), Øgaard (2001), Kalha (2004) und Vivaldi-Rodrigues et al. (2006); die Autoren gingen der kariespräventiven Wirkung fluoridhaltiger Mundspüllösungen zur Vermeidung initial kariöser Läsionen bei kieferorthopädischen Patienten nach. Geiger et al. (1992) ermittelten hinsichtlich der Compliance, dass nur 13 % der 206 Studienteilnehmer die Mundspüllösung (500 ppm NaF) täglich angewendet hatten. Patienten, die mindestens aller zwei Tage gespült hatten, wiesen signifikant weniger Demineralisationen im Vergleich zu jenen auf, die die Mundspüllösung nur unregelmäßig verwendet hatten. Bei regelmäßigem Gebrauch wurde eine Inzidenz initial kariöser Läsionen von 21 % ermittelt, bei unregelmäßiger Verwendung lag dieser Wert bei 49 %. In Analogie kann die Effizienz einer Plaquereduktion durch CHX-haltige Mundspüllösungen objektiv nur in Kenntnis der Compliance beurteilt werden. Letztere sollte deshalb als Störfaktor in Mundhygienestudien berücksichtigt werden. In-vitro-Studien sind in der Beurteilung antimikrobieller Eigenschaften von Inhaltsstoffen in Mundspüllösungen mit einem Ja/Nein-Ergebnis diesbezüglich unproblematisch. Problematisch bleibt für diese Studien aber die Übertragung der In-vitro-Ergebnisse auf die In-vivo-Situation. In der vorliegenden In-vitro-Studie wurden Mundspüllösungen in Konzentration zwischen 0,05 % und 0,2 % untersucht.

Kontrollparameter der in der Tabelle 7 im Anhangsband aufgelisteten Studien waren der Plaque-Index (PI), Gingiva-Index (GI), Approximalraum-Plaque-Index (API), die Plaquefläche (PA), der Orale Hygiene-Index (OHI) bzw. der Blutungs-Index (BI), Bleeding On Probing (BOP), Papillenblutungsindex (PBI), Sulkus-Blutungsindex (SBI), Sulkusfluidrate (SFR) und flüchtige Schwefelverbindungen (volatile sulfur compounds, VSC). Die Veränderungen dieser kontrollierten klinischen Parameter durch Anwendung von CHX-Mundspüllösungen sind zur besseren Übersicht in Tabelle 14 ausführlich dargestellt.

Nahezu alle Autoren beschrieben nach Abschluss der Hygieneregime eine signifikante Reduktion der klinischen Parameter (Tab. 14). Der PI sank von Ausgangswerten zwischen Eins („Plaque mit dem Auge nicht sichtbar“) und Drei („Massive Plaqueansammlung“) auf Endwerte zwischen Null („Keine Plaque“) und Eins („Plaque mit dem Auge nicht sichtbar“), die aus klinischer Sicht relevant sind. Ähnliche Ergebnisse wurden beim Blutungs- bzw. Gingiva-Index, beim Sulkus-Blutungsindex, beim Approximalraum-Plaque-Index, Bleeding On Probing und beim Papillenblutungsindex erreicht. Auch die Plaque bedeckten Zahnflächen verhielten sich im Vergleich zu den Werten zu Studienbeginn signifikant; auch

Tabelle 14: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung chlorhexidinhaltiger (CHX) Spüllösungen

Autor	CHX %	Klinische Kontrollparameter											Effizienz	
		PI	BI	GI	PA	SBI	API	BOP	VSC	SFR	OHI	PBI	MQH	s
Becerik et al. 2011	0,2	o. A.											•	•
Wigger-Alberti et al. 2009	0,05												•	
	0,12												•	
Arweiler et al. 2006	0,2	2 → 0			3 → 1								• (CHX > ADS)	
	0,2 + ADS	2 → 1			3 → 2								• (CHX > ADS)	
Roldán et al. 2004	0,05												•	
	0,12													•
Zanella et al. 2002	0,1	2 → 1												
	0,2	2 → 1												
Arweiler et al. 2001	0,1	2 → 1			3 → 2								•	
Hoffmann et al. 2001	0,06	1 → 0			0								• (PI)	
	0,1	1 → 0			0								•	
Arweiler et al. 2000	0,1	2 → 1			3 → 2								•	

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 14: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung chlorhexidinhaltiger (CHX) Spüllösungen

Autor	CHX %	Klinische Kontrollparameter											Effizienz	
		PI	BI (GBI)	GI (MGI)	PA	SBI	API	BOP	VSC (ppb)	SFR	OHI	PBI	MQH	s ns
Riep et al. 1999	0,1	3 → 2												•
Ernst et al. 1998	0,1			2 → 1		5 → 0	68 → 38							•
	0,2			2 → 1		5 → 1	72 → 42							•
Lang et al. 1998	0,2	1 → 0		1				1 → 0						•
Moran et al. 1995	0,2	3 → 1			1 → 0									•
Schulz et al. 1991	0,2	2 → 0				1								•
Brecx et al. 1990	0,2	2 → 0		1 → 0										•
Overholser et al. 1990	0,12	2 → 1		2 → 1										•
Banting et al. 1989	0,12	2 → 1	0	1 → 0										•

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 14: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung chlorhexidinhaltiger (CHX) Spüllösungen

Autor	CHX %	Klinische Kontrollparameter											Effizienz	
		PI	BI (GBI)	GI (MGI)	PA	SBI	API	BOP	VSC (ppb)	SFR	OHI	PBI	MQH	s ns
de la Rosa et al. 1988	0,12			1 → 0										•
Gusberti et al. 1988	0,12	2 → 0		2 → 0				1 → 0						•
Addy und Hunter 1987	0,2	1 → 0												•
Hefti et al. 1987	0,1				3 → 1							28 → 12		•
Borutta et al. 1980	0,1 2,0 (Gel)					1 1				2 2	2 2			• (OHI) •
Bonesvoll und Gjerme 1978	2,2 mM	1 → 0												•
Rölla und Svatun 1978	0,1	1 → 0												•
Svatun et al. 1977	0,1	1 → 0												•

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 14: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung chlorhexidinhaltiger Spüllösungen

Autor	CHX %	Klinische Kontrollparameter										Effizienz		
		PI	BI (GBI)	GI (MGI)	PA	SBI	API	BOP	VSC (ppb)	SFR	OHI	PBI	MQH	s
Gjeramo et al. 1970	0,1 0,2	2 → 1 2 → 0												o. A. ●
Loe und Schiøtt 1970a	0,2	2 → 0		1 → 0										●
Loe und Schiøtt 1970b	0,2 2,0	2 → 0 2 → 0		1 → 0 1 → 0										● ●

[PI = Plaque-Index, BI = Blutungs-Index, GBI = gingivaler Blutungs-Index, GI = Gingiva-Index, MGI = modifizierter Gingiva-Index, PA = Plaquefläche, SBI = Sulkus-Blutungsindex, API = Aproximalraum-Plaque-Index, BOP = Bleeding On Probing, VSC = flüchtige Schwefelverbindungen, SFR = Sulkusfluidrate, OHI = Oraler Hygiene-Index, PBI = Papillenblutungsindex, MQH = modifizierter Quingley-Hein-Index, mM = Millimol, o. A. = ohne Angabe]

Kodierung: **OHI = PI:** 0 = optimal - keine Plaque, 1 = gut - Plaque mit dem Auge nicht sichtbar, 2 = mäßig - Plaque mit Auge sichtbar, 3 = unzureichend - massive Plaqueansammlung, **PA = MQH:** 0 = optimal – keine Plaque, 1 = sehr gut – vereinzelte kleine Plaqueinseln, 2 = gut – deutliche, zusammenhängende, bis zu 1 mm breite Plaquelinie am Gingivarand, 3 = mäßig – Plaqueausdehnung im cervicalen Zahndrittel, 4 = befriedigend – Plaqueausdehnung bis ins mittlere Zahndrittel, 5 = unzureichend – Plaqueausdehnung bis ins koronale Zahndrittel, **API:** 0 = < 25 % - optimal, 1 = 25 % - 39 % - gut, 1 = 40 % - 69 % - mäßig, 4 = > 70 % - unzureichend, **BOP:** 0 = keine Blutung, 1 = Blutung, **(M)GI:** 0 = optimal – physiologische Gingiva, 1 = gut – geringe Entzündungszeichen (Blutung, Schwellung), kein Bluten auf Sondierung, 2 = mäßig – moderate Entzündung, Blutung nach Sondierung, 3 = unzureichend – sschwere Entzündungszeichen mit deutlich geröteter, ödematöser Gingiva, Ulzeration und Neigung zu Spontanblutungen, **SBI:** 0 = optimal – keine Blutung, 1 = sehr gut – Blutung nach Sondierung, 2 = gut – Blutung nach Sondierung und Rötung, 3 = mäßig – Blutung nach Sondierung mit Rötung und leichtem Ödem, 4 = befriedigend – Blutung nach Sondierung mit Rötung und starkem Ödem, 5 = unzureichend – spontane Blutung nach Sondierung mit Rötung, starkem Ödem und Ulzeration, **(G)BI:** 0 = optimal – keine Blutung, 1 = gut – leichte Blutung nach Sondierung, 2 = mäßig – moderate Blutung auf Sondierung, 4 = unzureichend – starke Blutung auf Sondierung, **PBI:** < 10 Normalität, die bei guter Mundhygiene erreichbar ist, 10 - 20 schwächere Zahnfleischentzündung, noch verbesserungsfähig, 20 - 50 mittelschwere Zahnfleischentzündung, die einer Behandlung bedarf, 50 - 100 starke und generalisierte Entzündung des Parodonts, **VSC:** normale Werte = 50 - 150 ppb, **SFR** = 0 - 0 mm – histologische gesunde Gingiva, 1 = 1 mm – histologisch leicht entzündete Gingiva, 2 = 2 mm – histologisch stark entzündete Gingiva, 3 = 3 mm – klinisch gesunde Gingiva, **s** = signifikant, **ns** = nicht signifikant

sie wurden klinisch bedeutsam reduziert. Freie Schwefelverbindungen - gemessen am VSC - Wert - wurden von 900 ppb auf Normalwerte von etwa 100 ppb reduziert (Wigger-Alberti et al. 2009); Roldán et al. (2004) zeigten eine Reduktion der VSC auf 169 ppb durch Verwendung einer 0,05%igen CHX-Lösung, die auch 0,05 % CPC und 0,14 % Zinklaktat enthielt, auf. Mit einer 0,12%igen CHX-Lösung konnten Roldán et al. (2004) nach einmaliger Mundspülung im Vergleich zur Kontrollspüllösung keine signifikanten Unterschiede in den VSC ermitteln. In einem Beobachtungszeitraum von vier Wochen berichteten Becerik et al. (2011) durch 0,2%ige CHX-MSPL im Vergleich zur Kontrollspüllösung von unveränderten PBI-Werten; allerdings wurden weder die Ausgangs- und Endbefunde des PBI noch die Compliance der Patienten mitgeteilt. Die Autoren konnten aber durch mikrobiologische Begleituntersuchungen erhellen, dass der Wirkstoff das supragingivale Keimspektrum reduziert. Subgingival blieb die antimikrobielle Wirkung aus, weil die MSPL nicht tief genug in die Zahnfleischtaschen gelangte. Bei Patienten mit parodontalen Läsionen kann somit nur eine Spülung verbunden mit subgingivaler Kürettage den abgelösten subgingivalen Biofilm reduzieren. Auch Borutta et al. (1980) bestätigten unveränderte SBI- und die SFR-Werte nach Mundspülung mit 0,1%iger CHX-MSPL bzw. Anwendung eines 2%igen CHX-Gels über zwei Wochen; die Patientencompliance wurde nicht mitgeteilt.

Mikrobiologische Ergebnisse, die ergänzend zu klinischen Parametern aus Studien nach Mundspülung mit CHX vorliegen (AHB Tab. 7), sind in Tabelle 15 zusammengefasst.

Zwischen 6 (Rundegren et al. 1992) und 200 (Zanela et al. 2002) Probanden waren in die Studien einbezogen. Die Studienteilnehmer spülten ihren Mund ein bis zweimal oder dreimal (Addy und Hunter 1987) täglich. Der Beobachtungszeitraum belief sich auf einen Tag oder bis zu drei Monaten. Gespült wurde mit CHX allein oder in Kombination mit CPC (Herrera et al. 2003, Roldán et al. 2004), Fluorid (Zanela et al. 2002, Herrera et al. 2003 und Roldán et al. 2004) oder anderen Ingredienzien (Gruppe „Sonstige“) (Herrera et al. 2003, Roldán et al. 2004). Die Spülmenge bzw. -dauer entsprach mit 10 ml bis 15 ml bzw. 20 bis 120 Sekunden (Arweiler et al. 2000) den Angaben der Hersteller. Lediglich König et al. (2002) setzten bei Durchfließen einer Silikonmaske im Oberkiefer 400 ml ein. Mit letzterem Versuch sollte geklärt werden, ob die Erhöhung der Temperatur der Spüllösung auf 47°C eine Veränderung der Wirksamkeit des CHX mit sich bringt oder nicht und ob sich die Plaquevitalität verändert. Erwärmtes CHX reduzierte die Vitalität der Plaque von 98,98 % auf 51,77 % ($p < 0,001$) im Vergleich zur nicht erwärmten Spüllösung (von 99,63 % auf 77,81 %, $p = 0,014$) effizienter ($p = 0,003$).

Tabelle 15: Mikrobiologische Kontrollparameter und Effizienzbewertung chlorhexidinhaltiger (CHX) Spüllösungen

Autor	CHX %	Mikrobiologische Kontrollparameter							Effizienz			
		Vitalität (%)	Plaque	Speichel	GKZ (CFU)	LB	S. m.	C. a.	BD	Andere	s	ns
Becerik et al. 2011	0,2				totale Bakterienzahl					A.a., P.g., F.n., P.i., T.f.	● (nach 4 Wo)	●
Dogan et al. 2009	0,2				log 7 → log 6						●	●
					4 → 3						●	●
						2						●
Arweiler et al. 2006	0,2	71 → 15									●	●
	0,2 + ADS	71 → 53										●
Auschill et al. 2005	0,2			77 → 8						67 (71) → 24 (29)	●	
Roldán et al. 2004	0,05				aerob: log 6,7 → log 6						●	
					anaerob: log 7,4 → log 6,5						●	
	0,12				aerob: log 6,7 → log 6						●	
					anaerob: log 7,4 → log 6,5						●	
Herrera et al. 2003	0,12				aerob: 70 % → 22 %							●
					anaerob: 50 % → 30 %							●
König et al. 2002	0,2	99 → 52 (warm)									●	
		100 → 78 (kalt)									warm > kalt	

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 15: Mikrobiologische Kontrollparameter und Effizienzbewertung chlorhexidinhaltiger (CHX) Spüllösungen

Autor	CHX %	Mikrobiologische Kontrollparameter							Effizienz		
		Vitalität (%) Plaque	Speichel	GKZ (CFU)	LB	S. m.	C. a.	BD	Andere	s	ns
Zanella et al. 2002	0,1 0,2					1 1					• •
Arweiler et al. 2001	0,1	95 → 73								•	
Arweiler et al. 2000	0,1	93 → 69								•	
Gehlen et al. 2000	0,2	80 → 27		log 7 → log 3		3 → 0				•	
Kramer et al. 1997/98	0,2			log 6 → log 4,3						•	
Moran et al. 1995	0,2			140 % → 25 %						•	
van der Hoeven et al. 1993	0,12								Acetat: 131 → 64 nmol/ mg Protein Lactat: 188 → 103nmol/ mg Protein	• •	
Rundegren et al. 1992	0,2	91 → 35								•	

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 15: Mikrobiologische Kontrollparameter und Effizienzbewertung chlorhexidinhaltiger (CHX) Spüllösungen

Autor	CHX %	Mikrobiologische Kontrollparameter							Effizienz		
		Vitalität (%)	Plaque	Speichel	GKZ LB (CFU)	S. m.	C. a.	BD	Andere	s	ns
Brex et al. 1990	0,2	70 → 56								•	
Gusberti et al. 1988	0,12				log 6 - log 8 → log 4 - log 7					•	
Addy und Hunter 1987	0,2							27 → 9 MCC			•
Hefi et al. 1987	0,1				log 7	3 → 2				•	•
Exner und Gregori 1984	0,1				log 6 → log 5						•
	0,5				log 6 → log 5						•

[GKZ = Gesamtkeimzahl, CFU = Kolonien bildende Einheiten, LB = Laktobazillen, S. m. = S. mutans, C. a. = C. albicans, BD = Biofilmdicke, Wo = Wochen]

Kodierung: **GKZ** = bis 10^3 - optimal , bis 10^6 - gut, bis 10^9 - mittelmäßig, $> 10^9$ - unzureichend, **LB:** 1 = etwa 1.000 CFU/ml, 2 = etwa 10.000 CFU/ml, 3 = 100.000 CFU/ml, 4 = etwa 1.000.000 CFU/ml, **S. m.** = 0 = kein Wachstum, 1 = < 100.000 CFU/ml, 2 = > 100.000 CFU/ml, 3 = $> 1.000.000$ CFU/ml, **C. a.** = Einteilung in MMC (Mean candida colonies), **s** = signifikant, **ns** = nicht signifikant

Eine Kontrollgruppe wurde in diese Untersuchung nicht mit einbezogen, so dass die Ergebnisse weiterführend untersetzt werden müssen.

Plaque- und Speichelproben wurden quantitativ (Gesamtkeimzahl (colony-forming unit, CFU), semiquantitativ in Keimzahlklassen) und qualitativ (Laktobazillen, Mutans-Streptokokken, Staphylokokken, *C. albicans*, Parodontopathogene: *F. nucleatum*, *P. gingivalis*, *A. actinomycetemcomitans*, *T. forsythia* und *P. intermedia*) untersucht oder mikroskopisch die Vitalität der Plaque und die Plaquedicke. Von den Autoren wurden Plaque- und Speichelproben adäquat auf Mitis-salivarius-, Rogosa-, Trypticase-Soja-, Blut-, Gold- oder EndoAgar sowie Sabouraudagar für *C. albicans* angezüchtet und gewöhnlich aerob und anaerob bebrütet.

Wie schon in Tabelle 14 gezeigt wurde, konnte in nahezu allen Studien eine Reduktion der klinischen Parameter erreicht werden. Mikrobiologisch blieb nach 4-wöchiger Studiendauer die Prävalenz von *F. nucleatum*, *P. gingivalis*, *A. actinomycetemcomitans*, *T. forsythia* und *P. intermedia* in der subgingivalen Plaque der Studienteilnehmer unverändert, die Gesamtkeimzahlen wurden reduziert, wobei Zahlenangaben dazu fehlen (Becerik et al. 2011). Eine Reduktion der Gesamtkeimzahlen in Plaque oder Speichel durch CHX bestätigten weiterhin Gusberti et al. (1988), Moran et al. (1995), Kramer et al. (1997/98), Gehlen et al. (2000), Herrera et al. (2003), Roldán et al. (2004) und Dogan et al. (2009). Herrera et al. (2003) und Roldán et al. (2004) verwendeten CHX allein und zusätzlich in Kombination mit Alkohol, CPC, Fluorid und Zinklaktat. Die Reduktion der Gesamtkeimzahl entsprach gewöhnlich ein- bis zwei Zehnerpotenzen, wobei sich bei hohen Basiswerten von mehrheitlich 10^{7-8} CFU die Reduktion relativiert.

Netuschil et al. (1989) gingen unter methodischen Aspekten der Frage nach, ob sich Vitalitätsbestimmungen der Plaque zur Effizienzbewertung von Mundspüllösungen eignen und wählten 0,1%ige CHX-MSPL als Positivkontrolle, Fluoresceindiacetat zum Anfärben lebender (grün) und Ethidiumbromid zum Anfärben abgestorbener (rot) Keime.

Brex et al. (1990) und Arweiler et al. (2001) überprüften nachfolgend die Vitalität des Biofilms nach Applikation CHX-MSPL; eine Reduktion der Vitalität konnte aufgezeigt werden. Arweiler et al. (2006, 2011) testeten weiterführend die 0,2%ige Chlorhexamed-Lösung im Vergleich zur 0,2%igen ADS Curasept-Spülung, die zusätzlich ein Anti-Discolouration-System enthielt. Die 0,2%ige Chlorhexamed-Lösung ohne Anti-Discolouration-System erwies sich nach Vitalitätsprüfung der Plaque als effizienter. Zuvor konnten Ausschil et al. (2005) aufzeigen, dass nicht nur die Vitalität, sondern auch die Biofilmdicke durch CHX im Vergleich zum Placebo reduziert wird.

Der Wirkung von CHX auf *S. mutans* gingen Hefti et al. (1987), Gehlen et al. (2000) und Zanela et al. (2002) nach; Addy und Hunter (1987) erfassten *C. albicans*. Hefti et al. (1987) und Gehlen et al. (2000) konnten quantitativ und semiquantitativ (Caries Risk Test, CRT *bacteria*) eine Reduktion der Keimzahlen von *S. mutans* nachweisen; allerdings gelang nur Gehlen et al. (2000) bei kieferorthopädischen Probanden eine drastische Reduktion der CRT-Keimzahlklasse SM 3 in die Kategorie SM 0.

Dass durch CHX die Wanderung von Ionen gestört wird (Harold et al. 1969), der Kohlenhydratabbau (Transport, Glykolyse, Glukanbildung) (Marsh et al. 1983), der Aminosäuremetabolismus (Rogers et al. 1987) und die Proteolyse (Minhas und Greenman 1989) gehemmt und die Adhäsion der Bakterien an der Zahnoberfläche (Marsh 1992) verhindert werden, ist nachgewiesen. Insofern widmeten sich van der Hoeven et al. (1993) der Verminderung der mikrobiellen Säureproduktion (Laktat und Acetat) in der Plaque nach Spülung mit einer 0,12%igen Lösung im Vergleich zu einer Placebo-Spüllösung als Maß für einen Effizienznachweis. Nach Spülung mit CHX konnte eine Verminderung der Acetat- und Laktatproduktion in der Plaque um etwa die Hälfte (Acetat von 131 auf 64 nmol/mg Protein, Laktat 188 auf 103 nmol/mg Protein) nachgewiesen werden.

Ausschließlich *in vitro* prüften Gjermo et al. (1970), Steinberg et al. (1999), Herrera et al. (2003), Decker et al. (2005), Haffajee et al. (2008) und Pan et al. (2010) die antimikrobielle Wirkung von Chlorhexidin in unterschiedlichen Konzentrationen (AHB Tab. 8).

Nach eigenen In-vitro-Ergebnissen erwies sich Chlorhexidin in Konzentrationen zwischen 0,05 % und 0,2 % den Wirkstoffen Cetylpyridiniumchlorid, Fluorid und Alkohol, Metallsalzen, ätherischen Ölen, Hexetidin, Dequalinium- und Benzalkoniumchlorid oder Povidon-Iod im Agar-Hemmhoftest gegenüber Streptokokken, Aktinomyzeten, Laktobazillen, Parodontopathogenen und Problemkeimen wie *S. aureus*, *E. faecalis* oder *C. albicans* überlegen. Mit ansteigender Konzentration nahm die antimikrobielle Wirkung zu. Aktinomyzeten und Streptokokken wurden am stärksten inhibiert, *C. albicans* und *E. faecalis* blieben weitestgehend unbeeinflusst. Die CHX-Wirkung wurde darüber hinaus durch Kombinationen mit anderen antimikrobiell wirkenden Inhaltsstoffen synergistisch verstärkt.

Chlorhexidin als alleiniges Agens wurde von Gjermo et al. (1970) im Oberflächenkontakttest mit Speichel-Verdünnungsreihen und Verdünnungsreihen von Reinkulturen von Staphylokokken und Streptokokken auf Blutagar untersucht und durch Prüfung des phenolischen Koeffizienten. Zur Bestimmung des phenolischen Koeffizienten wurden jeweils drei Tropfen Speichel der antimikrobiell wirkenden MSPL zugefügt und nachfolgend in

Clark- bzw. Thioglycolate-Medium bebrütet. Im Speichel konnte bei einer Verdünnung von 1:2 mit 0,2%igem CHX(gluconat) und bei einer Verdünnung von 1:8 mit 0,2%igem CHX(acetat) eine Wachstumsinhibierung erreicht werden; Streptokokken und Staphylokokken wurden noch in Verdünnungsstufen von 1:64 im Wachstum gehemmt. In Clark- bzw. Thioglycolate-Medium war CHX noch in einer Verdünnung von 1:32 bzw. 1:8 mit höchster Aktivität wirksam.

Decker et al. (2005) und Pan et al. (2010) gingen der Vitalität von Reinkulturen und Plaque nach. Pan et al. (2010) setzten 0,05 % bzw. 0,12 % CHX im rezirkulierenden Biofilm- und im Kammer-Biofilmmodell ein. Polystyrenstifte wurden zur Plaquebildung in stimuliertem Speichel vorinkubiert und nachfolgend 24 Stunden lang mit der jeweiligen MSPL bei einer Fließgeschwindigkeit von 0,8 ml/min umspült. Anschließend wurde die Plaque für 30 Sekunden mit Ultraschall entfernt und mittels ATP-Biolumineszenz die Vitalität kontrolliert. Im Kammer-Biofilmmodell wurde 16 bis 18 Stunden alte Plaque für 30 oder 60 Sekunden bzw. für 2x 30 Sekunden mit einer CHX-haltigen MSPL in Kontakt gebracht und nach Anfärben unter dem Laser-Raster-Mikroskop wurde zwischen lebenden und toten Keimen unterschieden. Beide Untersuchungsverfahren konnten den Vitalitätsverlust der Plaque durch CHX-haltige im Vergleich zu Placebo-MSPL nachweisen.

Decker et al. (2005) untersuchten die Wirkung von CHX in Kombination mit Chitosan an Reinkulturen. Die Autoren bestimmten die Kolonie bildenden Einheiten und die Zelldichte von Kulturen von *S. sanguinis* in einem Fließkammer-System. Die Kulturen wurden für zwei Minuten in Kontakt mit der jeweiligen CHX-MSPL bzw. einer CHX-Chitosan Kombination gebracht, anschließend mit NaCl gewaschen und 60 Minuten in einer Fließkammer mit Schmelzstücken belassen. Die Vitalität der adhärenierten Keime wurde hauptsächlich durch CHX und CHX-Chitosan herabgesetzt, wohingegen Chitosan allein kaum Wirkung zeigte. Die Zelldichte wurde im Vergleich zum Placebo von allen MSPL reduziert. Bei den planktonischen Bakterien wirkten CHX-Chitosan bzw. CHX allein am besten, wobei CHX-Chitosan die CFU um etwa eine Zehnerpotenz reduzierte. Weiterführend wurden die an den Schmelzstücken adhärenierten Keime nochmals zwei Minuten mit CHX-Chitosan, CHX bzw. Chitosan in Berührung gebracht. Die Vitalität wurde auch hier von CHX-Chitosan und von CHX reduziert, wobei die CFU durch CHX allein weniger beeinflusst wurde. Es konnte der Nachweis erbracht werden, dass adhärenierte Keime im Vergleich zu planktonischen gegenüber antimikrobiell wirkende Agenzien resistenter sind. Scheie und Petersson (2008) bestätigten diese Aussage.

MSPL mit CHX als alleinige Wirkkomponente oder in Kombination mit CPC, Fluorid oder Alkohol untersuchten Herrera et al. (2003) im modifizierten Kontakttest mit Reinkulturen. Für 60 Sekunden wurden die Bakterienkulturen, darunter *S. mutans*, *A. naeslundii* und *L. casei*, mit 10 ml der entsprechenden MSPL-Kombination oder reinem CHX inkubiert. Anschließend wurden die Keimzahlen auf Blutagar bestimmt. Im Vergleich zu NaCl reduzierten alle CHX-haltigen MSPL die Keimzahlen, wobei sich MSPL mit mehreren antimikrobiellen Inhaltsstoffen als effizienter erwiesen.

Steinberg et al. (1999) und Haffajee et al. (2008) bestimmten die minimale inhibitorische Konzentration (MIC) von CHX. Das Basalmedium von Haffajee et al. (2008) enthielt zwischen 1 und 512 µg/ml CHX; 40 verschiedene Bakterienarten wurden in die Untersuchung einbezogen. Für CHX konnten dabei geringere MIC-Werte ermittelt werden als für die pflanzliche Placebolösung. In der vorliegenden Untersuchung wurden zwar keine MIC-Werte bestimmt, aber es kann bestätigt werden, dass MSPL mit natürlichen Inhaltsstoffen gegenüber gleichen Keimen weniger effizient wirkten als MSPL mit CHX.

Steinberg et al. (1999) prüften die Wirkung von CHX, H₂O₂ und Kombinationen beider Wirkstoffe in unterschiedlichen Konzentrationen auf *S. sobrinus*, *S. faecalis* und *S. aureus*. Auch diese Studie belegte, dass die Wirkung von MSPL-Kombinationen wirksamer war.

6.2 Cetylpyridiniumchloridhaltige Mundspüllösungen

Die quartäre Ammoniumverbindung Cetylpyridiniumchlorid interagiert mit seinen hydrophilen und hydrophoben Gruppen mit einem großen Spektrum oraler Mikroorganismen. Diese Interaktion findet vermutlich in Analogie zum Chlorhexidin über eine kationische Bindung statt, wobei die Substantivität von CPC im Vergleich zu CHX geringer ist (Scheie und Peterson 2008). Im Vergleich zum CHX liegen zur antimikrobiellen Wirkung von CPC deutlich weniger Studien vor, die mit ihrem Studiendesign im Anhangsband den Tabellen 9 und 10 dokumentiert sind.

Die Anzahl der Studienteilnehmer in den klinischen Studien lag zwischen 7 (Bonesvoll und Gjermo 1978) und 174 Probanden (Wigger-Alberti et al. 2009). Gjermo et al. (1970), Bonesvoll und Gjermo (1978) und Versteeg et al. (2009) ließen die Probanden drei bis vier Tage lang mit einer CPC-MSPL spülen; Studienlängen beliefen sich aber auch bis zu sechs Monaten (Albert-Kiszely et al. 2007). Die Compliance der Probanden wurde allerdings nur in den Studien von Kramer et al. (1997/98) Herrera et al. (2003), Roldán et al. (2004), Amini et al. (2009) und Versteeg et al. (2009) registriert.

Die CPC-Konzentration in den MSPL lag zwischen 0,05 % und 0,1 % (Tab. 16); Otten et al. (2010) gaben die CPC-Konzentration nicht an. In der vorliegenden In-vitro-Studie wurde nur bei der Hälfte der MSPL die CPC-Konzentration vom Hersteller angegeben.

Durch die Kombinationen antimikrobieller Wirkstoffe soll die Effektivität der MSPL durch einen synergistischer Effekt der Agenzien gesteigert werden. CPC wurde gewöhnlich als alleiniges antimikrobielles Agens verwendet bzw. in Kombination mit CHX (Wigger-Alberti et al. 2009) oder Alkohol (Amini et al. 2009).

Die Häufigkeit der Anwendung schwankt zwischen zwei- und viermal täglich. Dabei spülten die Probanden mit 10 bis 20 ml der MSPL zwischen 30 und 60 Sekunden. Die Hygieneregime entsprachen damit den Herstellerangaben. Dass CPC durch seine geringere Substantivität schnell aus der Mundhöhle ausgespült wird, berücksichtigten Bonesvoll und Gjermo (1978) und ließen die Probanden zwischen 2- und 4-mal täglich spülen. Nach 4-maligem Spülen sank der Plaque-Index von „1“ auf „0“ und erreichte damit Werte ähnlich denen nach Spülung mit CHX (Tab. 16).

Als klinische Kontrollparameter wurden in den CPC-Studien der PI, BI, GI, VSC sowie Modifikationen wie der modifizierte Blutungs-Index (MBI), der modifizierte Gingiva-Index (MGI) und der modifizierte Quigley-Hein-Index (MQH) ausgewählt (Tab. 16). Kontrollgruppen wurden mit Ausnahme von Witt et al. (2005) und Otten et al. (2010) mitgeführt; letztere Autoren verglichen die Ergebnisse der Probanden, die mit CPC-MSPL spülten, mit Probanden, die MSPL mit ätherische Öle verwendeten bzw. die Zähne ausschließlich mit Zahnpasta geputzt hatten.

Insgesamt erwiesen sich die CPC-MSPL den Kontrolllösungen in ihrer Effizienz als gleichwertig bzw. leicht überlegen. Bonesvoll und Gjermo (1978), Amini et al. (2009) und Wigger-Alberti et al. (2009) konnten nach CPC-Anwendung eine Reduktion des PI, MGI und der VSC registrieren. Versteeg et al. (2009) hingegen registrierte lediglich eine Verbesserung des Plaque-Index; der Blutungs-Index veränderte sich nicht. Gjermo et al. (1970) und Witt et al. (2005) konnten weder eine Verbesserung des Plaque-Index noch des MQH, MGI oder GBI beobachten.

Neben den klinischen Parametern erhoben Kramer et al. (1997/98), Herrera et al. (2003), Roldán et al. (2004), Albert-Kiszely et al. (2007) und Otten et al. (2010) mikrobiologische Plaque- und Speichelbefunde (Tab. 17).

Tabelle 16: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung cetylpyridiniumchloridhaltiger (CPC) Spüllösungen

Autor	CPC %	Klinische Kontrollparameter											Effizienz	
		PI	BI (GBI)	GI (MGI)	PA	SBI	API	BOP	VSC (ppb)	SFR	OHI	PBI	MQH	s ns
Amini et al. 2009	0,05	3 → 2		(2)										•
Versteeg et al. 2009	0,07	2 → 1	1											• •
Wigger-Alberti et al. 2009	0,05								900 → 100					•
Albert-Kiszely et al. 2007	0,07	0		1 13 → 7										• •
Witt et al. 2005	0,07		(0)	(1)									3	•
Roldán et al. 2004	0,05								236 → 155					•

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 16: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung cetylpyridiniumchloridhaltiger (CPC) Spüllösungen

Autor	CPC %	Klinische Kontrollparameter											Effizienz	
		PI	BI	GI	PA	SBI	API	BOP	VSC	SFR	OHI	PBI	MQH s	ns
			(GBI)	(MGI)					(ppb)					
Bonesvoll und Gjermo 1978	2,2 mM	1 → 0											•	
Gjermo et al. 1970	0,1	2												•

[PI = Plaque-Index, BI = Blutungs-Index, GBI = gingivaler Blutungs-Index, GI = Gingiva-Index, MGI = modifizierter Gingiva-Index, PA = Plaquefläche, SBI = Sulkus-Blutungsindex, API = Aproximalraum-Plaque-Index, BOP = Bleeding On Probing, VSC = flüchtige Schwefelverbindungen, SFR = Sulkusfluidrate, OHI = Oraler Hygiene-Index, PBI = Papillenblutungsindex, MQH = modifizierter Quingley-Hein-Index, mM = Millimol]

Kodierung: **OHI = PI:** 0 = optimal - keine Plaque, 1 = gut - Plaque mit dem Auge nicht sichtbar, 2 = mäßig - Plaque mit Auge sichtbar, 3 = unzureichend - massive Plaqueansammlung, **PA = MQH:** 0 = optimal – keine Plaque, 1 = sehr gut – vereinzelte kleine Plaqueinseln, 2 = gut – deutliche, zusammenhängende, bis zu 1 mm breite Plaquelinie am Gingivarand, 3 = mäßig – Plaqueausdehnung im cervicalen Zahndrittel, 4 = befriedigend – Plaqueausdehnung bis ins mittlere Zahndrittel, 5 = unzureichend – Plaqueausdehnung bis ins koronale Zahndrittel, **API:** 0 = < 25 % - optimal, 1 = 25 % - 39 % - gut, 1 = 40 % - 69 % - mäßig, 4 = > 70 % - unzureichend, **BOP:** 0 = keine Blutung, 1 = Blutung, **(M)GI:** 0 = optimal – physiologische Gingiva, 1 = gut – geringe Entzündungszeichen (Blutung, Schwellung), kein Bluten auf Sondierung, 2 = mäßig – moderate Entzündung, Blutung nach Sondierung, 3 = unzureichend – sschwere Entzündungszeichen mit deutlich geröteter, ödematöser Gingiva, Ulzeration und Neigung zu Spontanblutungen, **SBI:** 0 = optimal – keine Blutung, 1 = sehr gut – Blutung nach Sondierung, 2 = gut – Blutung nach Sondierung und Rötung, 3 = mäßig – Blutung nach Sondierung mit Rötung und leichtem Ödem, 4 = befriedigend – Blutung nach Sondierung mit Rötung und starkem Ödem, 5 = unzureichend – spontane Blutung nach Sondierung mit Rötung, starkem Ödem und Ulzeration, **(G)BI:** 0 = optimal – keine Blutung, 1 = gut – leichte Blutung nach Sondierung, 2 = mäßig – moderate Blutung auf Sondierung, 4 = unzureichend – starke Blutung auf Sondierung, **PBI:** < 10 Normalität, die bei guter Mundhygiene erreichbar ist, 10 - 20 schwächere Zahnfleischentzündung, noch verbesserungsfähig, 20 - 50 mittelschwere Zahnfleischentzündung, die einer Behandlung bedarf, 50 - 100 starke und generalisierte Entzündung des Parodonts, **VSC:** normale Werte = 50 - 150 ppb, **SFR** = 0 - 0 mm – histologische gesunde Gingiva, 1 = 1 mm – histologisch leicht entzündete Gingiva, 2 = 2 mm – histologisch stark entzündete Gingiva, 3 = 3 mm – klinisch gesunde Gingiva, **s** = signifikant, **ns** = nicht signifikant

Tabelle 17 : Mikrobiologische Kontrollparameter und Effizienzbewertung cetylpyridiniumchloridhaltiger (CPC) Spüllösungen

Autor	CPC %	Mikrobiologische Kontrollparameter							Effizienz	
		Vitalität (%)	GKZ	LB	S. m.	C. a.	BD	Andere	s	ns
		Plaque	Speichel	(CFU)						
Otten et al. 2010	o. A.	47 → 20	55 → 47						•	•
Albert-Kiszely et al. 2007	0,07							40 vers. Bakterienarten		•
Roldán et al. 2004	0,05			aerob: log 6,7 → log 6 anaerob: log 7,4 → log 6,3					• •	
Herrera et al. 2003	0,05			aerob: 70 % → 23 % anaerob: 50 % → 20 %						• •
Kramer et al. 1997/98	0,05			log 6,1 → log 3,9					•	

[GKZ = Gesamtkeimzahl, CFU = Kolonien bildende Einheiten, LB = Laktobazillen, S. m. = S. mutans, C. a. = C. albicans, BD = Biofilmdicke, o. A. = ohne Angabe]

Kodierung: GKZ = bis 10³ - optimal , bis 10⁶ - gut, bis 10⁹ - mittelmäßig, > 10⁹ - unzureichend, LB: 1 = etwa 1.000 CFU/ml, 2 = etwa 10.000 CFU/ml, 3 = 100.000 CFU/ml, 4 = etwa 1.000.000 CFU/ml, S. m. = 0 = kein Wachstum, 1 = < 100.000 CFU/ml, 2 = > 100.000 CFU/ml, 3 = > 1.000.000 CFU/ml, C. a. = Einteilung in MMC (Mean candida colonies), s = signifikant, ns = nicht signifikant

Albert-Kiszely et al. (2007) konnten zwar eine Verbesserung des PI und GI aufzeigen aber keine Reduktion von *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *F. nucleatum*, *S. aureus*, *A. naeslundii*, *A. odontolyticus* und *S. sanguinis* in der supragingivalen und subgingivalen Plaque.

Otten et al. (2010) untersuchten nach CPC-Spülung die Vitalität der Bakterien in Speichel und Plaque. Zusätzliches Spülen ergab dabei eine Reduktion der Plaquevitalität.

Kramer et al. (1997/98), Herrera et al. (2003) und Roldán et al. (2004) ließen die Probanden jeweils eine Tag spülen und bestimmten die Speichelkeimzahlen, die zwar um ein bis zwei Zehnerpotenzen reduziert werden konnten, aber immer noch mit einem log CFU von 4. bis 6. relativ hoch lagen (Tab. 17).

Gjermeo et al. (1970), Herrera et al. (2003) und Pan et al. (2010) prüften ausschließlich *in vitro* die antimikrobielle Wirkung von CPC-MSPL in Konzentrationen zwischen 0,05 % und 0,1 % (AHB Tab. 10).

In der vorliegenden In-vitro-Studie erwies sich CPC in Konzentrationen zwischen 0,05 % und 0,07 % im Vergleich zu Fluorid sowie zu Inhaltsstoffen, die der Gruppe „Sonstige“ zugeordnet sind, im Agar-Hemmhoftest gegenüber Streptokokken, Aktinomyzeten, Laktobazillen, Parodontopathogenen, *S. aureus*, *E. faecalis* und *C. albicans* überlegen. Im Vergleich zu CHX konnte nur eine mäßige antimikrobielle Wirkung nachgewiesen werden, die aber mit zunehmender Konzentration anstieg. Aktinomyzeten und Streptokokken waren auch gegenüber CPC die empfindlichsten Keimgruppen; *E. faecalis* blieb weitgehend unbeeinflusst.

Die Versuchsabläufe der jeweiligen Autoren, die CPC ausschließlich *in vitro* prüften, wurden bereits im Kapitel 6.1 („chlorhexidinhaltige Mundspüllösungen“) ausführlich erläutert. 0,1%iges CPC wurde von Gjermeo et al. (1970) als alleiniges Agens im Oberflächenkontakttest untersucht und durch Prüfung des phenolischen Koeffizienten. Bei einer Verdünnung von 1:4 wurde im Speichel eine Keimvermehrung gehemmt; Reinkulturen von Streptokokken und Staphylokokken wurden noch in Verdünnungsstufen von 1:64 inhibiert. Im Clark- bzw. Thioglycolat-Medium war CPC in einer Verdünnung von 1:256 bzw. 1:4 am stärksten wirksam.

Ein synergistischer Effekt von CPC wurde durch die Kombination mehrerer antimikrobiell wirkender Inhaltsstoffe erreicht. 0,05 % CPC in Kombination mit 0,12 % CHX untersuchten Herrera et al. (2003) im modifizierten Kontakttest. Die Bestimmung der Keimzahlen erfolgte

auf Blutagar. Im Vergleich zur Negativkontrolle mit NaCl erwies sich die CPC-haltige MSPL als effizienter.

Im rezirkulierenden Biofilmmodell und im Kammer-Biofilmmodell prüften Pan et al. (2010) die Vitalität von artifizieller Plaque. CPC wurde dabei als alleiniges Agens in 0,05%iger Spüllösung verwendet bzw. mit 0,05 % CHX kombiniert. In beiden Versuchsabschnitten konnte im Vergleich zur Negativkontrolle kein signifikanter Vitalitätsverlust ermittelt werden. Ausschließlich die CPC-CHX-Kombination erwies sich nach 30-sekündiger Einwirkung als effizienter ($p < 0,05$).

6.3 Fluoridhaltige Mundspüllösungen

Fluoride und ihre Verbindungen werden seit Jahrzehnten in Form von Tabletten, Mundspüllösungen, Zahnpasten, Zahnseide, Fluiden, Gelen oder Lacken lokal bzw. systemisch angewendet. Zu unterscheiden sind die anorganischen [Natriumfluorid (NaF), Zinnfluorid (SnF_2) oder Zinkfluorid (ZnF_2)] von den organischen Fluoridverbindungen [Aminfluorid (AmF)] sowie der Fluoridkomplex Natriummonofluorophosphat. Der Fluoridgehalt und die Anwendungsempfehlungen lokaler Fluoridpräparate sind in Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 18: Fluoridgehalt in Zahnpasten, Spüllösungen, Gele und Lacken

Präparat	Fluoridgehalt (ppm)	Anwendung	Anwendungsempfehlung
Kinder-Zahnpasten	250 - 500	Kinder bis 6 Jahre	mehrmals täglich
Zahnpasten	ca. 1.000 - 1.500	jede Person ab 6 Jahre	mehrmals täglich
Spüllösungen	250 - 500	jede Person ab 6 Jahre	täglich
Gele	4.000 - 12.500	jeder ab 6 Jahre Zahnarztpraxis	einmal pro Woche zwei- bis viermal pro Jahr
Lacke	1.000 - 55.900	jeder ab 6 Jahre Zahnarztpraxis	zwei- bis viermal pro Jahr

Bei einer guten Mundhygiene, regelmäßiger Anwendung fluoridhaltiger Zahnpasta und niedriger Kariesaktivität ist die zusätzliche Verwendung fluoridhaltiger Mundspüllösungen

nicht zwingend indiziert. Liegt jedoch ein hohes Kariesrisiko vor, können gerade Mundspüllösungen mit Fluoriden eine kariespräventive Ergänzung in der täglichen Mundpflege sein. Dies belegen auch zahlreiche In-vivo- und In-vitro-Studien, die in den Tabellen 11 und 12 im Anhangsband mit Studiendesign dargestellt sind.

In den klinischen Studien (AHB Tab. 11) wurde gewöhnlich die Wirkung von fluoridhaltigen MSPL in Konzentrationen zwischen 250 ppm und 500 ppm im Vergleich zu einer Placebospülung geprüft. Überwiegend wurden Kombinationen aus AmF/SnF₂ genutzt (Hoffmann et al. 2001, Schulz et al. 1991, Bánóczy et al. 2005, Øgaard et al. 2005, Wigger-Alberti et al. 2009). Natriumfluorid, Aminfluorid oder Zinnfluorid als Einzelkomponenten wurden zudem in den Studien von Svatun et al. (1977), Rølla und Svatun (1978), Leverett et al. (1984), Schulz et al. (1991) und Øgaard et al. (2005) verwendet.

In die Untersuchungen einbezogen wurden zwischen 5 (Svatun et al. 1977, Rølla und Svatun 1978) und 511 (Leverett et al. 1984) Studienteilnehmer. Bei Studienlängen zwischen 4 Tagen (Svatun et al. 1977, Rølla und Svatun 1978, Riep et al. 1999) und 18 Monaten (Øgaard et al. 2005) wurden die Probanden mehrheitlich angehalten zweimal täglich mit 10 ml bis 20 ml für 30 bis 60 Sekunden mit einer fluoridhaltigen Spüllösung zu spülen. Ausschließlich Øgaard et al. (2005) ließen ihre Probanden über eine Studiendauer von 18 Monaten lediglich einmal pro Tag spülen. Zur objektiven Beurteilung der Effektivität der Spüllösung ließen Leverett et al. (1984), Schulz et al. (1991), Riep et al. (1999), Zanela et al. (2002), Herrera et al. (2003) und Roldán et al. (2004) in ihren Studie die Patienten die Compliance dokumentieren.

Die Kontrollparameter der in der Tabelle 11 des Anhangsbandes aufgelisteten Studien waren der PI, GI, PA, der PBI, SBI und die VSC. Zur besseren Übersicht sind die Veränderungen dieser kontrollierten klinischen Parameter durch Anwendung fluoridhaltiger Mundspüllösungen in Tabelle 19 ausführlich dargestellt. Insgesamt erwiesen sich die fluoridhaltige MSPL den Kontrolllösungen in ihrer Effizienz als gleichwertig bzw. leicht überlegen. Nach Abschluss der Hygieneregime konnte der Plaque-Index in nahezu allen Studien signifikant von Ausgangswerten zwischen Eins („Plaque mit dem Auge nicht sichtbar“) und Drei („Massive Plaqueansammlung“) auf Endwerte zwischen Null („Keine Plaque“) und Eins („Plaque mit dem Auge nicht sichtbar“) gesenkt werden. Bánóczy et al. (2005) und Øgaard et al. (2005) konnten nach Verwendung einer fluoridhaltigen MSPL eine Reduktion des Gingiva-Index ermitteln. Die Plaquefläche wurde von 35 % auf 13 % (Arweiler et al. 2001) bzw. von 26 % auf 14 % (Hefti et al. 1987) signifikant reduziert,

Tabelle 19: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung fluoridhaltiger (F⁻) Spüllösungen

Autor	F ⁻ -Art ppm	Klinische Kontrollparameter											Effizienz	
		PI	BI (GBI)	GI (MGI)	PA	SBI	API	BOP	VSC	SFR	OHI	PBI	MQH	s ns
Wigger-Alberti et al. 2009	AmF/ SnF ₂ (250)								900 → 100				•	
Bánóczy et al. 2005	AmF/ SnF ₂	1		1									•	
Øgaard et al. 2005	AmF/ SnF ₂ (250)	0		0										•
	NaF (250)	0		0									• (AmF/SnF ₂ > NaF)	
Roldán et al. 2004	NaF								236 → 234					•
Zanella et al. 2002	NaF (0,05 %)	2 → 1											•	
Arweiler et al. 2001	AmF/ SnF ₂ (250)	2 → 1			35 → 13								•	

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 19: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung fluoridhaltiger (F⁻) Spüllösungen

Autor	F ⁻ -Art ppm	Klinische Kontrollparameter											Effizienz		
		PI	BI	GI	PA	SBI	API	BOP	VSC	SFR	OHI	PBI	MQH	s	ns
			(GBI)	(MGI)											
Hoffmann et al. 2001	AmF/ SnF ₂ (250)	1 → 0		0										•	•
Riep et al. 1999	AmF/ SnF ₂	3 → 2													•
Schulz et al. 1991	AmF/ SnF ₂ (250) AmF (250)	2 → 1				1								•	
	AmF/ SnF ₂ (250)	2 → 1				1								•	
Brex et al. 1990	AmF/ SnF ₂ (250)	2 → 1		1										•	•
Hefti et al. 1987	AmF/ SnF ₂ (100/310)				26 → 14							28 → 15		•	

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 19: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung fluoridhaltiger (F⁻) Spüllösungen

Autor	F ⁻ -Art ppm	Klinische Kontrollparameter											Effizienz	
		PI	BI	GI	PA	SBI	API	BOP	VSC	SFR	OHI	PBI	MQH	s ns
				(GBI)	(MGI)									
Leverett et al. 1984	NaF (0,05 %)	1		1										•
	SnF ₂ (0,1 %)	1		1										•
Rölla und Svaton 1978	SnF ₂ (0,2 %, 0,3 %)	1 → 0												•
	SnF ₂ (0,3 %)													
Svaton et al. 1977	SnF ₂ (0,2 %, 0,3 %)	1 → 0												•
	SnF ₂ (0,3 %)													

[PI = Plaque-Index, BI = Blutungs-Index, GBI = gingivaler Blutungs-Index, GI = Gingiva-Index, MGI = modifizierter Gingiva-Index, PA = Plaquefläche, SBI = Sulkus-Blutungsindex, API = Aproximalraum-Plaque-Index, BOP = Bleeding On Probing, VSC = flüchtige Schwefelverbindungen, SFR = Sulkusfluidrate, OHI = Oraler Hygiene-Index, PBI = Papillenblutungsindex, MQH = modifizierter Quingley-Hein-Index]

Kodierung: **OHI = PI:** 0 = optimal - keine Plaque, 1 = gut - Plaque mit dem Auge nicht sichtbar, 2 = mäßig - Plaque mit Auge sichtbar, 3 = unzureichend - massive Plaqueansammlung, **PA = MQH:** 0 = optimal – keine Plaque, 1 = sehr gut – vereinzelte kleine Plaqueinseln, 2 = gut – deutliche, zusammenhängende, bis zu 1 mm breite Plaquelinie am Gingivarand, 3 = mäßig – Plaqueausdehnung im cervicalen Zahndrittel, 4 = befriedigend – Plaqueausdehnung bis ins mittlere Zahndrittel, 5 = unzureichend – Plaqueausdehnung bis ins koronale Zahndrittel, **API:** 0 = < 25 % - optimal, 1 = 25 % - 39 % - gut, 2 = 40 % - 69 % - mäßig, 3 = 70 % - 89 % - unzureichend, 4 = > 90 % - stark unzureichend, **BOP:** 0 = keine Blutung, 1 = Blutung, (**MGI:** 0 = optimal – physiologische Gingiva, 1 = gut – geringe Entzündungszeichen (Blutung, Schwellung), kein Bluten auf Sondierung, 2 = mäßig – moderate Entzündung, Blutung nach Sondierung, 3 = unzureichend – schwere Entzündungszeichen mit deutlich geröteter, ödematöser Gingiva, Ulzeration und Neigung zu Spontanblutungen, **SBI:** 0 = optimal – keine Blutung, 1 = sehr gut – Blutung nach Sondierung, 2 = gut – Blutung nach Sondierung und Rötung, 3 = mäßig – Blutung nach Sondierung mit Rötung und leichtem Ödem, 4 = befriedigend – Blutung nach Sondierung mit Rötung und starkem Ödem, 5 = unzureichend – spontane Blutung nach Sondierung mit Rötung, starkem Ödem und Ulzeration, (**GBI:** 0 = optimal – keine Blutung, 1 = gut – leichte Blutung nach Sondierung, 2 = mäßig – moderate Blutung auf Sondierung, 3 = unzureichend – starke Blutung auf Sondierung, **PBI:** < 10 Normalität, die bei guter Mundhygiene erreichbar ist, 10 - 20 schwächere Zahnfleischentzündung, noch verbesserungsfähig, 20 - 50 mittelschwere Zahnfleischentzündung, die einer Behandlung bedarf, 50 - 100 starke und generalisierte Entzündung des Parodonts, **VSC:** normale Werte = 50 - 150 ppb, **SFR** = 0 - 0 mm – histologische gesunde Gingiva, 1 = 1 mm – histologisch leicht entzündete Gingiva, 2 = 2 mm – histologisch stark entzündete Gingiva, 3 = 3 mm – klinisch gesunde Gingiva, **s** = signifikant, **ns** = nicht signifikant

ebenso der SBI bzw. PBI. Eine Verringerung der flüchtigen Schwefelverbindungen konnten Wigger-Alberti et al. (2009) nachweisen; nach Spülung mit einer AmF/SnF₂-Zinklaktat-MSPL sanken die VSC-Werte von 900 ppb auf 100 ppb.

Eine Steigerung der Effektivität soll durch die Kombinationen mit antimikrobiellen Wirkstoffen erreicht werden. Fluorid wurde gewöhnlich mit Ingredienzien wie CHX (Hoffmann et al. 2001, Zanela et al. 2002, Herrera et al. 2003, Roldán et al. 2004), Metallsalzen (Svatun et al. 1977, Rölla und Svatun 1978, Leverett et al. 1984, Hefti et al. 1987, Brex et al. 1990, Schulz et al. 1991, Weiger et al. 1998, Riep et al. 1999, Arweiler et al. 2001, Hoffmann et al. 2001, Auschill et al. 2005, Bánóczy et al. 2005, Øgaard et al. 2005, Wigger-Alberti et al. 2009, Otten et al. 2010) oder Steviosid (Zanela et al. 2002) kombiniert und selten allein verwendet (Leverett et al. 1984).

Ergänzend zu den klinischen Ergebnissen sind in Tabelle 20 Studien zusammengefasst, in denen zusätzlich mikrobiologische Parameter überprüft wurden. Plaque- und Speichelproben wurden qualitativ und quantitativ untersucht oder die Vitalität der Bakterien bzw. die Plaquedicke bestimmt.

In den in Tabelle 20 dokumentierten Studien konnte gewöhnlich eine Reduktion der klinischen Parameter durch fluoridhaltige MSPL im Vergleich zur Kontrolllösung ermittelt werden. Eine Vitalitätsreduktion in der Plaque wiesen Arweiler et al. (2001), Auschill et al. (2005) und Otten et al. (2010) nach. Auschill et al. (2005) und Otten et al. (2010) dokumentierten zudem eine Reduktion der mikrobiellen Vitalität in Speichelproben sowie eine Verminderung der Biofilmdicke gegenüber der Negativkontrolle. Brex et al. (1990) und Weiger et al. (1998) untersuchten ebenfalls die Bakterienvitalität in Plaque- und Speichelproben, konnten allerdings keine Abnahme ermitteln.

Einer Veränderung der Kolonie bildenden Einheiten gingen Hefti et al. (1987), Herrera et al. (2003) und Roldán et al. (2004) nach. Die Reduktion der Gesamtkeimzahl entsprach etwa einer Zehnerpotenz, wobei sich bei hohen Basiswerten von mehrheitlich 10⁷ CFU die Reduktion relativiert, da sie sich im Vergleich zu den Kontrolllösungen als nicht signifikant erwies. Ausschließlich Herrera et al. (2003) bestätigten einen Abfall der aeroben Mikroorganismen im Vergleich zum Placebo (p = 0,003).

Tabelle 20: Mikrobiologische Kontrollparameter und Effizienzbewertung fluoridhaltiger (F⁻) Spüllösungen

Autor	F ⁻ -Art ppm	mikrobiologische Kontrollparameter							Effizienz	
		Vitalität (%)	CFU	LB	S. m.	C. a.	BD	Andere	s	ns
		Plaque		Speichel						
Otten et al. 2010	AmF/ SnF ₂	47 → 30		55 → 49					•	•
Auschill et al. 2005	AmF/ SnF ₂ (250)			77 → 16			67 (71) → 25 (31)		•	
Roldán et al. 2004	NaF					aerob: log 6,7 → log 6,5 anaerob: log 7,4 → log 7				• •
Herrera et al. 2003	NaF					aerob: 70 % → 21 % anaerob: 50 % → 42 %			•	•
Zanela et al. 2002	NaF (0,05 %)				1					•
Arweiler et al. 2001	AmF/ SnF ₂ (250)	95 → 60							•	
Weiger et al. 1998	AmF/ SnF ₂	80		80						•

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 20: Mikrobiologische Kontrollparameter und Effizienzbewertung fluoridhaltiger (F⁻) Spüllösungen

Autor	F ⁻ -Art ppm	mikrobiologische Kontrollparameter							Effizienz	
		Vitalität (%)	CFU	LB	S. m.	C. a.	BD	Andere	s	ns
		Plaque		Speichel						
Brecx et al. 1990	AmF/ SnF ₂ (250)	70 → 64								●
Hefti et al. 1987	AmF/ SnF ₂ (100/310)		log 7		3					●

[GKZ = Gesamtkeimzahl, CFU = Kolonien bildende Einheiten, LB = Laktobazillen, S. m. = S. mutans, C. a. = C. albicans, BD = Biofilmdicke]

Kodierung: **GKZ** = bis 10³ - optimal, bis 10⁶ - gut, bis 10⁹ - mittelmäßig, > 10⁹ - unzureichend, **LB:** 1 = etwa 1.000 CFU/ml, 2 = etwa 10.000 CFU/ml, 3 = 100.000 CFU/ml, 4 = etwa 1.000.000 CFU/ml, **S. m.** = 0 = kein Wachstum, 1 = < 100.000 CFU/ml, 2 = > 100.000 CFU/ml, 3 = > 1.000.000 CFU/ml, **C. a.** = Einteilung in MMC (Mean candida colonies), **s** = signifikant, **ns** = nicht signifikant

Hefti et al. (1987) und Zanela et al. (2002) untersuchen neben der Gesamtkeimzahl auch die Wirkung fluoridhaltiger MSPL auf *S. mutans*. Zanela et al. (2002) kombinierte NaF (0,05 %) mit 0,1 % CHX. Hefti et al. (1987) nutzte die Kombination AmF/SnF₂. Die Keimzahlen von *S. mutans* blieben in beiden Studien unbeeinflusst, wobei die Keimzahlen in der Studie von Zanela et al. (2002) zu Studienbeginn ohnehin relativ gering waren (Keimzahlklasse SM 1).

Gehring (1983), Pan et al. (1999), Fine et al. (2001), Herrera et al. (2003) und Pan et al. (2010) prüften ausschließlich die Wirkung fluoridhaltiger MSPL *in vitro* (AHB Tab. 12).

MSPL, die Fluoride enthielten, erwiesen sich in der vorliegenden In-vitro-Studie in ihrer antimikrobiellen Wirkung den CHX- bzw. CPC-haltigen Lösungen unterlegen und MSPL der Gruppe „Sonstige“ als gleichwertig. Gewöhnlich betrug die Fluoridkonzentration zwischen 250 ppm und 500 ppm. Lediglich die Formulierung Gum BioXtra enthielt Natriummonofluorophosphat in einer Konzentration von 1500 ppm. Fluoride sollen der Remineralisation des Zahnschmelzes dienen und seine Resistenz gegenüber Säureangriffen erhöhen.

Bereits 1983 konnte Gehring die Reduktion der bakterielle Säureproduktion durch Amin- und Natriumfluorid nachweisen und gleichzeitig die bakterizide Wirkung des Aminfluorids sowie die bakteriostatische Wirkung von Natriumfluorid. Gehring (1983) verwendete für die In-vitro-Untersuchungen die orale Mischflora sowie Reinkulturen von *S. mutans*, *L. casei*, *S. salivarius*, *S. sanguinis*, *A. viscosus* und *S. mitis*. Aminfluoride hemmten die Säureproduktion innerhalb von 30 min vollständig und reduzierten die Keimzahlen bei einer Konzentration von 50 ppm von 10⁷ auf 10⁴. NaF hingegen hemmte die bakterielle Säureproduktion erst bei einer Konzentration von 100 ppm. Die Ergebnisse wurden im Agar-Hemmhoftest untermauert; Aminfluoride führten bereits ab 10 ppm zu Hemmhöfen im Bakterienrasen, wohingegen sie durch NaF bei einer Konzentration von 1000 ppm immer noch ausblieben.

Pan et al. (2010) konnten keine Veränderungen in der Plaquevitalität durch AmF/SnF₂-MSPL im Vergleich zu einer Negativkontrolle nachweisen. Zuvor waren Pan et al. (1999) der Überlebensfähigkeit von Reinkulturen (*F. nucleatum*, *S. mutans*, *P. intermedia*, *L. casei*, *C. albicans*) nach Kontakt mit fluoridhaltigen MSPL und MSPL mit ätherischen Ölen nachgegangen. MSPL mit ätherischen Ölen wirkten innerhalb von 0,5 Minuten toxisch; nach 2-minütiger Einwirkungszeit war bereits keine Vitalität mehr vorhanden. Mit der fluoridhaltigen MSPL konnte nur *F. nucleatum* innerhalb von 0,5 Minuten abgetötet werden,

S. mutans, *P. intermedia*, *L. casei* und *C. albicans* waren erst nach mehr als 5 Minuten Einwirkungszeit nicht mehr lebensfähig.

Die Reduktion der Gesamtkeimzahl durch NaF in Verbindung mit 0,12 % CHX bestimmten Herrera et al. 2003 im modifizierten Kontakttest mit Reinkulturen, die alle in ihrer Überlebensfähigkeit reduziert wurden; lediglich für *L. casei* und *P. micros* konnte eine relativ hohe Überlebensrate von 84,11 % bzw. 81,37 % ermittelt werden.

Die Wirkung von AmF/SnF₂ auf *A. actinomycetemcomitans* untersuchten Fine et al. 2001. Verwendet wurden jeweils zwei planktonische und zwei sessile Kulturformen. Die planktonischen Formen wurden nahezu vollständig (99,99 %) abgetötet, wohingegen im artifiziellen Biofilm sich die sessilen Formen gegenüber AmF/SnF₂-haltige Lösungen als resistent erwiesen.

6.4 Sonstige Mundspüllösungen

Zu den antimikrobiellen Wirkstoffen der Gruppe „Sonstige“ zählten neben Alkohol, Metallsalzen, ätherischen Ölen, Hexetidin, Dequalinium- und Benzalkoniumchlorid auch Povidon-Iod; Studien dazu sind in den Tabellen 13 und 14 (AHB) aufgelistet.

In den klinischen Untersuchungen (AHB Tab. 13) schwankte die Anzahl der Probanden zwischen 5 (Svatun et al. 1977, Röllä und Svatun 1978) und 511 (Leverett et al. 1984). Über einen Zeitraum von drei Tagen bis zu 18 Monaten wurden die Versuchsteilnehmer gebeten 10 ml bis 20 ml der vorgegebenen MSPL ein- bis viermal täglich anzuwenden; die Spüldauer sollte 30 bis 60 Sekunden betragen. Kontrollparameter waren der PI, GI, PA, BI, BOP, PBI, SBI und die flüchtigen Schwefelverbindungen. Veränderungen der klinischen Parameter durch die entsprechende MSPL sind zur besseren Übersicht in Tabelle 21 dargestellt.

Mundspüllösungen, denen ätherische Öle zugesetzt waren, wurden von De Paola et al. (1989), Brex et al. (1990), Overholser et al. (1990), Moran et al. (1997), Riep et al. (1999), Arweiler et al. (2000), Charles et al. (2001), Sharma et al. (2004), Witt et al. (2005), Albert-Kiszely et al. (2007) und Amini et al. (2009) untersucht. Gewöhnlich konnte eine Reduktion klinischer Parameter aufgezeigt werden. Witt et al. (2005) und Albert-Kiszely et al. (2007) gelang freilich bei optimalen Ausgangswerten des Plaque- bzw. Blutungs-Index von Null („Keine Plaque“/„keine Blutung“) kein Nachweis signifikanter Veränderungen. Arweiler et al. (2000) prüften Teebaumöl im Vergleich zu CHX und einer Placebogruppe; ein Effekt der teebaumöhlhaltigen MSPL war nicht nachweisbar.

Tabelle 21: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung „sonstiger“ Spüllösungen

Autor	Sonstige	klinische Kontrollparameter											Effizienz	
		PI	BI	GI	PA	SBI	API	BOP	VSC	SFR	OHI	PBI	MQH	s ns
			(GBI) (MGI)											
Amini et al. 2009	äth. Öle, Alkohol	3 → 2 3 → 2		(2) (2)									• •	
Versteeg et al. 2009	Hexetidin	2 → 1	1										•	•
Wigger-Alberti et al. 2009	SnF ₂ , Zinklaktat								900 → 100				•	
Albert-Kiszely et al. 2007	äth. Öle	0	0	1									•	•
Almerich et al. 2005	Alkohol, Triclosan/ Zinkchlorid	2 2 2		0 0 0										• • •
Bánóczy et al. et al. 2005	SnF ₂	1		1									•	
Øgaard et al. 2005	SnF ₂	0		0										• (AmF/SnF ₂ > NaF)

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 21: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung „sonstiger“ Spüllösungen

Autor	Sonstige	klinische Kontrollparameter											Effizienz			
		PI	BI	GI	PA	SBI	API	BOP	VSC	SFR	OHI	PBI	MQH	s	ns	
Witt et al. 2005	äth. Öle		(0)	(1)									3		•	
Roldán et al. 2004	Alkohol, Zinklaktat								236 → 221 236 → 168					• •		
Sharma et al. 2004	äth. Öle	3 → 1	0	2 → 1										•		
Zanela et al. 2002	Steviosid		2 → 1												•	
Arweiler et al. 2001	SnF ₂ , Triclosan	2 → 1			1									•		
Charles et al. 2001	äth. Öle	2 → 1	0	2 → 1										•		
Hoffmann et al. 2001	SnF ₂	1 → 0		0										•	•	
Arweiler et al. 2000	äth. Öle	2			1										•	

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 21: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung „sonstiger“ Spüllösungen

Autor	Sonstige	klinische Kontrollparameter											Effizienz	
		PI	BI	GI	PA	SBI	API	BOP	VSC	SFR	OHI	PBI	MQH	s ns
				(GBI)	(MGI)									
Riep et al. 1999	äth. Öle, SnF ₂	3 → 2	3 → 2											• •
Lang et al. 1998	Delmopinol	1		1				2						• •
Moran et al. 1997	äth. Öle, Triclosan/ Copolymer	3 → 2 3			1 1									• •
Moran et al. 1995	Na ⁺ - peroxyborate , Na ⁺ - peroxycarbonat	3 → 2			1									•
Schulz et al. 1991	SnF ₂	2 → 1				1								•
Brex et al. 1990	SnF ₂ , äth. Öle	2 → 1 2 → 1		1 1										• (PI) • (PI)
Overholser et al. 1990	äth. Öle	2 → 1		2 → 1										•

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 21: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung „sonstiger“ Spüllösungen

Autor	Sonstige	klinische Kontrollparameter											Effizienz			
		PI	BI	GI	PA	SBI	API	BOP	VSC	SFR	OHI	PBI	MQH	s	ns	

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 21: Klinische Kontrollparameter und Effizienzbewertung „sonstiger“ Spüllösungen

Autor	Sonstige	klinische Kontrollparameter											Effizienz	
		PI	BI	GI	PA	SBI	API	BOP	VSC	SFR	OHI	PBI	MQH	s
Svatun et al. 1977	SnF ₂	1 → 0											•	
Gjerme et al. 1970	Alkohol,	2												•
	Dequaliniumchlorid,	2												•
	Benzalkoniumchlorid,	2 → 0											•	
	Hydrogenperoxid	2 → 1												•

[PI = Plaque-Index, BI = Blutungs-Index, GBI = gingivaler Blutungs-Index, GI = Gingiva-Index, MGI = modifizierter Gingiva-Index, PA = Plaquefläche, SBI = Sulkus-Blutungsindex, API = Aproximalraum-Plaque-Index, BOP = Bleeding On Probing, VSC = flüchtige Schwefelverbindungen, SFR = Sulkusfluidrate, OHI = Oraler Hygiene-Index, PBI = Papillenblutungsindex, MQH = modifizierter Quingley-Hein-Index]

Kodierung: **OHI = PI:** 0 = optimal - keine Plaque, 1 = gut - Plaque mit dem Auge nicht sichtbar, 2 = mäßig - Plaque mit Auge sichtbar, 3 = unzureichend - massive Plaqueansammlung, **PA = MQH:** 0 = optimal – keine Plaque, 1 = sehr gut – vereinzelte kleine Plaqueinseln, 2 = gut – deutliche, zusammenhängende, bis zu 1 mm breite Plaquelinie am Gingivarand, 3 = mäßig – Plaqueausdehnung im cervicalen Zahndrittel, 4 = befriedigend – Plaqueausdehnung bis ins mittlere Zahndrittel, 5 = unzureichend – Plaqueausdehnung bis ins koronale Zahndrittel, **API:** 0 = < 25 % - optimal, 1 = 25 % - 39 % - gut, 2 = 40 % - 69 % - mäßig, 3 = > 70 % - unzureichend, **BOP:** 0 = keine Blutung, 1 = Blutung, (**MGI:** 0 = optimal – physiologische Gingiva, 1 = gut – geringe Entzündungszeichen (Blutung, Schwellung), kein Bluten auf Sondierung, 2 = mäßig – moderate Entzündung, Blutung nach Sondierung, 3 = unzureichend – sschwere Entzündungszeichen mit deutlich geröteter, ödematöser Gingiva, Ulzeration und Neigung zu Spontanblutungen, **SBI:** 0 = optimal – keine Blutung, 1 = sehr gut – Blutung nach Sondierung, 2 = gut – Blutung nach Sondierung und Rötung, 3 = mäßig – Blutung nach Sondierung mit Rötung und leichtem Ödem, 4 = befriedigend – Blutung nach Sondierung mit Rötung und starkem Ödem, 5 = unzureichend – spontane Blutung nach Sondierung mit Rötung, starkem Ödem und Ulzeration, (**GBI:** 0 = optimal – keine Blutung, 1 = gut – leichte Blutung nach Sondierung, 2 = mäßig – moderate Blutung auf Sondierung, 3 = unzureichend – starke Blutung auf Sondierung, **PBI:** < 10 Normalität, die bei guter Mundhygiene erreichbar ist, 10 - 20 schwächere Zahnfleischentzündung, noch verbesserungsfähig, 20 - 50 mittelschwere Zahnfleischentzündung, die einer Behandlung bedarf, 50 - 100 starke und generalisierte Entzündung des Parodonts, **VSC:** normale Werte = 50 - 150 ppb, **SFR** = 0 - 0 mm – histologische gesunde Gingiva, 1 = 1 mm – histologisch leicht entzündete Gingiva, 2 = 2 mm – histologisch stark entzündete Gingiva, 3 = 3 mm – klinisch gesunde Gingiva, **s** = signifikant, **ns** = nicht signifikant

Die Wirkung von Alkohol in MSPL wurde von Gjermo et al (1970), Roldán et al. (2004), Almerich et al. (2005) und Amini et al. (2009) untersucht. Alkohol wurde als alleiniges Agens verwendet (50%ig) (Gjermo et al. 1970) oder in Kombination mit CHX (Roldán et al. 2004), CPC (Amini et al. 2009) und zusammen mit 0,15 % Triclosan, 0,2 % Zinkchlorid und 0,2 % Allantoin (Almerich et al. 2005). Eine signifikante Reduktion konnte nur durch die Kombination Alkohol/CHX bzw. Alkohol/CPC erzielt werden, nicht aber durch die alleinige Anwendung von Alkohol. Bereits Sissons et al. (1996) registrierten übereinstimmend dazu, dass eine 40%ige Alkoholkonzentration nur geringfügig antimikrobiell wirkt.

Schon 1889 berichtete Miller über einen Antibiofilmeffekt durch Spüllösungen, denen Metallionen zugesetzt wurden. Die am häufigsten verwendeten Metalle sind dabei Zinn, Zink und Kupfer und ihre Verbindungen. Neben Svaton et al. (1977), Rölla und Svaton (1978), Leverett et al. (1984), Schulz et al. (1991), Almerich et al. (2005), Bánóczy et al. (2005) und Øgaard et al. (2005) gingen auch Wigger-Alberti et al. (2009) der Wirkung verschiedener Metalle bzw. Metallsalzen (Zinnfluorid, Zinklaktat, Zinnchlorid) nach (Tab. 21). In der Mehrzahl der Studien konnte eine Reduktion der klinischen Parameter durch Verwendung von metallsalzhaltigen MSPL aufgezeigt werden.

Hexetidin untersuchten Grytten et al. (1987), Hefti et al. (1987) und Versteeg et al. (2009). Hexetidin wurde dabei als alleiniger Inhaltsstoff in MSPL bzw. mit Zink (Hefti et al. 1987) oder CuSO_4 (Gyrrten et al. 1987) kombiniert verwendet. Sowohl die Kombination mit Zink und CuSO_4 als auch die 0,1%ige MSPL (Versteeg et al. 2009) führten zu einer Verbesserung des Plaque-Index, der Reduktion der Plaquefläche und der Verbesserung des Papillen-Blutungs-Index. Lediglich Grytten et al. (1987) konnten bei alleiniger Verwendung von Hexetidin keine Veränderungen klinischer Parameter im Vergleich zur Placebolösung nachweisen.

Bonesvoll und Gjermo (1978) untersuchten Benzalkoniumchlorid im Vergleich zu CPC und CHX. Im Vergleich zur Kontrolllösung Wasser konnten durch 2-maliges Ausspülen signifikant bessere PI-Werte erzielt werden (Wasser: $1,22 \pm 0,21$; Benzalkoniumchlorid: $0,56 \pm 0,32$), nach 4-maligem Spülen wurden Werte ähnlich denen von CHX nach 2-maligem Spülen ermittelt (Wasser: $1,22 \pm 0,21$; Benzalkoniumchlorid: $0,33 \pm 0,12$; CHX: $0,28 \pm 0,11$). Neben Benzalkoniumchlorid prüften Gjermo et al. (1970) auch die antimikrobielle Wirkung von Wasserstoffperoxid und Dequaliniumchlorid. Dabei zeigte Benzalkoniumchlorid in 0,1%iger und 0,2%iger Konzentration einen effektiveren Einfluss auf den Plaque-Index ($0,47 \pm 0,58$ bzw. $0,40 \pm 0,19$). Alle anderen Lösungen hatten einen vernachlässigbaren Effekt. Mit Wasserstoffperoxid konnte nachfolgend eine signifikante Veränderung des

Blutungs-Index und des BOP ermittelt werden, der PI blieb unbeeinflusst (Gusberti et al. 1988).

0,2 % Delmopinol, das die Adhäsion der Mikroorganismen auf die Zahnoberfläche reduziert (Scheie und Petersen 2008), wurde von Lang et al. (1998) im Vergleich zu 0,2 % CHX und einer Placebolösung auf die Veränderung von PI, BI und GI hin untersucht. PI und BI wurden von CHX und Delmopinol im Vergleich zur Kontrolle signifikant reduziert. Eine statistisch signifikante Reduktion des Gingiva-Index konnte nur durch CHX 0,2 % erreicht werden.

Neben den genannten Inhaltsstoffen wurde auch die antimikrobielle Wirkung von Triclosan (Moran et al. 1997, Arweiler et al. 2001, Almerich et al. 2005), Steviosid (Zanela et al. 2002) und Natriumperoxyborat bzw. -carbonat (Moran et al. 2005) überprüft. Diese relativ selten in MSPL vorkommenden Ingredienzien erzielten gute Reduktionswerte für Plaque- und Blutungsindizes. Weiterführende Studien dazu sind jedoch erforderlich.

Die Patientencompliance wurde für die auch hier angeführten Studien mit MSPL aus der Gruppe „Sonstige“ nur in etwa der Hälfte der Untersuchungen dokumentiert (Exner und Gregori 1984, Leverett et al. 1984, Gusberti et al. 1988, De Paola et al. 1989, Overholser et al. 1990, Schulz et al. 1991, Moran et al. 1997, Kramer et al. 1997/98, Riep et al. 1999, Fine et al. 2000, Zanela et al. 2002, Herrera et al. 2003, Roldán et al. 2004, Amini et al. 2009, Versteeg et al. 2009).

Mikrobiologische Untersuchungsergebnisse, die ergänzend zu klinischen Parametern für MSPL der Gruppe „Sonstige“ vorliegen (AHB Tab. 13), sind in Tabelle 22 zusammengefasst. Plaque- und Speichelproben wurde qualitativ und quantitativ (Gesamtkeimzahl (CFU), Keimzahlklassen, Laktobazillen, Mutans-Streptokokken, Staphylokokken, *C. albicans*, Parodontopathogene: *F. nucleatum*, *P. gingivalis*, *A. actinomycetemcomitans*, *T. forsythia* und *P. intermedia*) oder mikroskopisch untersucht (Exner und Gregori 1984, Wile et al. 1986, Hefti et al. 1987, Gusberti et al. 1987, Brex et al. 1990, Rundegren et al. 1992, van der Hoeven et al. 1993, Moran et al. 1995, Fine et al. 1996, Kramer et al. 1997/98, Fine et al. 2000, Arweiler et al. 2000, Arweiler et al. 2001, Zanela et al. 2002, Herrera et al. 2003, Roldán et al. 2004, Auschill et al. 2005, Dogan et al. 2009, Otten et al. 2010).

Eine Reduktion der Vitalität in Plaque- oder Speichelproben konnten nur Arweiler et al. (2001), Auschill et al. (2005) und Otten et al. (2010) nachweisen. Ingredienzien, die zum Vitalitätsverlust führten waren hauptsächlich ätherische Öle und Metallsalze.

Tabelle 22: Mikrobiologische Kontrollparameter und Effizienzbewertung „sonstiger“ Spüllösungen

Autor	Sonstige	mikrobiologische Kontrollparameter							Effizienz	
		Vitalität (%)	CFU	LB	S. m.	C. a.	BD	Andere	s	ns
		Plaque	Speichel							
Otten et al. 2010	SnF ₂	47 → 30							•	
	äth. Öle	47 → 26	55 → 49 55 → 39						•	•
Dogan et al. 2009	Octenidin			log 7 → log 3 4 → 0	2 → 1				•	
	PVP			log 7 → log 5 4 → 3					•	
					2 → 1					•
Albert-Kiszely et al. 2007	äth. Öle							40 vers. Bakterienarten		•
Auschill et al. 2005	SnF ₂		77 → 16				67 (71) → 25 (31)		•	
Roldán et al. 2004	Alkohol,			aerob: log 6,7 → log 6,1 anaerob: log 7,4 → log 6,4					•	
	Zinklaktat			aerob: log 6,7 → log 6 anaerob: log 7,4 → log 6,5					•	
Herrera et al. 2003	Alkohol			aerob: 70 % → 22 % anaerob: 50 % → 30 %					•	•

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 22: Mikrobiologische Kontrollparameter und Effizienzbewertung „sonstiger“ Spüllösungen

Autor	Sonstige	mikrobiologische Kontrollparameter							Effizienz	
		Vitalität (%)	CFU	LB	S. m.	C. a.	BD	Andere	s	ns
		Plaque		Speichel						
Zanela et al. 2002	Steviosid				1					•
Arweiler et al. 2001	SnF ₂ , Triclosan	95 → 77 (82)							•	
Arweiler et al. 2000	äth. Öle	93 → 84								•
Fine et al. 2000	äth. Öle				Speichel: 4 Plaque: 3			S. mitis, S. oralis, S. sanguinis, S. gordonii, S. mutans, S. sobinus	• • • •	•
Kramer et al. 1997/98	Octenisept, Hexetidin								• •	
Fine et al. 1996	äth. Öle		aerob: 39 → 5 anaerob: 15 → 2						• •	
Moran et al. 1995	Na ⁺ - peroxyborat Na ⁺ - peroxycarbonat		140 % → 90 % 140 %							• •

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 22: Mikrobiologische Kontrollparameter und Effizienzbewertung „sonstiger“ Spüllösungen

Autor	Sonstige	mikrobiologische Kontrollparameter							Effizienz	
		Vitalität (%)	CFU	LB	S. m.	C. a.	BD	Andere	s	ns
		Plaque		Speichel						
van der Hoeven et al. 1993	Zink/ Triclosan							Acetat: 132 → 85 Lactat: 188 → 150	• •	
Rundegren et al. 1992	Delmo- pinol	86 → 71								•
Brecx et al. 1990	SnF ₂ , äth. Öle	70 → 64 70 → 68								• •
Gusberti et al. 1988	H ₂ O ₂						log 6 - log 8 → log 4 - log 7			•
Hefti et al. 1987	SnF ₂ , Hexetidin, Zink				log 7 log 7 → log 6 log 7 → log 6	3 3 3				• • •
Wile et al. 1986	Hexetidin		102 % → 78 %			100 % → 9 %			•	
Exner und Gregori 1984	PVP		log 6 → log 5							•

[GKZ = Gesamtkeimzahl, CFU = Kolonien bildende Einheiten, LB = Laktobazillen, S. m. = S. mutans, C. a. = C. albicans, BD = Biofilmdicke]

Kodierung: GKZ = bis 10³ - optimal , bis 10⁶ - gut, bis 10⁹ - mittelmäßig, > 10⁹ - unzureichend, **LB:** 1 = etwa 1.000 CFU/ml, 2 = etwa 10.000 CFU/ml, 3 = 100.000 CFU/ml, 4 = etwa 1.000.000 CFU/ml, **S. m.** = 0 = kein Wachstum, 1 = < 100.000 CFU/ml, 2 = > 100.000 CFU/ml, 3 = > 1.000.000 CFU/ml, **C. a.** = Einteilung in MMC (Mean candida colonies), **s** = signifikant, **ns** = nicht signifikant

Neben der Vitalität gingen Ausschill et al. (2005) der Biofilmdicke nach Spülung mit einer AmF/SnF₂-haltigen MSPL nach. Im Vergleich zu Wasser konnte eine signifikante Reduktion ($p < 0,001$) der Biofilmdicke um 80 % registriert werden.

Eine signifikante Verringerung der CFU ermittelten Wile et al. (1986) mit Hexetidin in MSPL, Fine et al. (1996) mit ätherischen Ölen, Herrera et al. (2003) und Roldán et al. (2004) mit Alkohol in Kombination mit CHX bzw. Zinklaktat sowie Dogan et al. (2009) mit Octenidin und Povidon.

Neben den CFU wurden ausgewählte Bakterienarten quantitativ erfasst. Albert-Kiszely et al. (2007) konnten zwar eine Verbesserung des PI und GI aufzeigen, aber eine Reduktion von *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis*, *F. nucleatum*, *S. aureus*, *A. naeslundii*, *A. odontolyticus* und *S. sanguinis* in der supragingivalen und subgingivalen Plaque lag nicht vor. Zanela et al. (2002) untersuchte neben dem Plaque-Index auch das Vorkommen von *S. mutans* im Speichel durch MSPL mit Steviosid in Verbindung mit NaF. Signifikante Unterschiede zum Placebo lagen bei generell niedrigeren Keimzahlen < 100.000 CFU/ml in keiner Spülgruppe vor. Fine et al. (2000) gingen dem Einfluss von ätherischen Ölen in MSPL auf orale Streptokokken und *S. mutans* in Speichel und Plaque nach. Streptokokken wurden im Speichel um 50,8 % und im Biofilm um 69,9 %, *S. mutans* analog um 39,2 % und 75,4 % reduziert.

Wile et al. (1986) und Hefti et al. (1987) erfassten die Dynamik der Keimzahlen von *S. mutans* und *C. albicans*. Keimzahlen von *S. mutans* wurde durch Hexetidin/Zink und AmF/SnF₂ im Vergleich zur Placebo-MSPL nur geringfügig vermindert. Für *C. albicans* lag die Reduktion der Keimzahl nach einer 2-minütigen Mundspülung mit 0,1%igem Hexetidin am Tag 1 bei 91 % und am Tag 8 bei 87 % ($p < 0,05$).

Eine Veränderung der Acetat-, und Laktatproduktion in der Plaque wurde von van der Hoeven et al. (1993) durch MSPL mit Zink/Triclosan untersucht. Im Vergleich zum Placebo lag eine signifikante Veränderung vor; Acetat sank von 132 auf 85 nmol/mg und Laktat von 188 auf 150 nmol/mg.

Reine In-vitro-Studien mit ätherischen Ölen, Chitosan, Alkohol, Metallsalzen und Dequalinium- und Benzalkoniumchlorid in MSPL führten in Analogie zur vorliegenden In-vitro-Untersuchung Gjermo et al. (1970), Pan et al. (1999), Steinberg et al. (1999), Fine et al. (2001), Herrera et al. (2003), Decker et al. (2005), Haffajee et al. (2008) und Pan et al. (2010) aus. Mit dem Agar-Hemmhoftest und Referenzstämmen von Streptokokken, Aktinomyzeten, Laktobazillen, Parodontopathogenen und *E. faecalis*, *S. aureus* und *C. albicans* konnte mit

zunehmender Konzentration der Wirkstoffe bzw. ihrer Kombination (gewöhnlich CHX, CPC, Fluoride) eine gesteigerte antimikrobielle Wirkung nachgewiesen werden.

Bereits 1999 konnten Pan et al. aufzeigen, dass MSPL mit ätherischen Ölen innerhalb von 0,5 Minuten im Vergleich zu einer fluoridhaltigen Lösung bzw. Wasser Bakterienkulturen vollständig abtöten. Nachfolgend setzten Pan et al. (2010) sowohl das rezirkulierende Biofilm- als auch das Kammer-Biofilmmodell ein. Im Vergleich zu Wasser konnte mit beiden Modelluntersuchungen durch ätherische Öle eine Keimreduktion erreicht werden; CHX wurde als Positivkontrolle mitgeführt (Keimreduktion nach 2x 30 Sekunden Einwirkzeit: CHX: 23,1 % \pm 5,5, ätherische Öle: 21,3 % \pm 3,1).

Als minimal inhibitorische Konzentration von ätherischen Ölen ermittelten 2008 Haffajee et al. 64 - 512 μ g/ml; die Positivkontrolle CHX wurde nicht unterschritten.

Im In-vitro Biofilm-Modell gingen auch Fine et al. (2001) der Wirkung von ätherischen Ölen und Triclosan auf sessile und adhärente Formen von *A. actinomycetemcomitans* nach. Beide Wachstumsarten waren betroffen ($p < 0,0001$). Im Vergleich dazu, erwiesen sich Zinnfluorid und Triclosan nur gegenüber sessilen Formen antimikrobiell.

Sessile Stadien von *S. sanguinis* im Fließkammer-System wurden in ihrer Keimzahl bzw. Vitalität auch von MSPL mit einer CHX-Chitosan reduziert; Chitosan allein zeigte kaum Wirkung. Gleiche Auswirkungen wurden auf an Schmelzstücken adhären Keimen nachgewiesen. Unabhängig davon reagierten planktonische Formen von *S. sanguinis* am stärksten sensibel (Decker et al. 2005).

Herrera et al. (2003) bezogen 20 verschiedene orale Keime in ihre Untersuchungen ein. Alkohol wurde in Verbindung mit CHX getestet; im Vergleich zur NaCl konnte eine Keimreduktion erhellt werden.

Gjermo et al. (1970) beleuchteten die Wirkung von Alkohol, Dequalinium- und Benzalkoniumchlorid sowie Hydrogenperoxid im Oberflächenkontakttest. Ethanol (50 %) und Hydrogenperoxid (3 %) erwiesen sich als ineffektiv. Dequalinium- und Benzalkoniumchlorid wirkten sowohl gegenüber Speichelbakterien als auch gegenüber Reinkulturen von Streptokokken und Staphylokokken. Die Gesamtkeimzahl im Speichel wurde jedoch nur durch Benzalkoniumchlorid signifikant reduziert. Im Vergleich von Hydrogenperoxid allein bzw. in Kombination mit CHX, erwies sich die Kombination der Wirkstoffe am effektivsten zur zahlenmäßigen Reduktion von *S. mutans*, *S. sobrinus* und *S. aureus* (Steinberg et al. 1999).

Das nahezu gleiche Keimspektrum wie in der vorliegenden In-vitro-Studie (*S. mutans*, *S. sobrinus*, *S. mitis*, *S. sanguinis*, *S. gordonii*, *S. oralis*) wählten Fine et al. (2000) für die

Empfindlichkeitsprüfung gegenüber ätherischen Ölen in MSPL im Vergleich zu einer Placebolösung aus. Eine Reduktion der CFU von *S. mitis* ($89,66 \% \pm 4,23$), *S. sanguinis* ($90,73 \% \pm 1,457$), *S. gordonii* ($85,74 \% \pm 2,06$) und *S. oralis* ($88,39 \% \pm 2,23$) waren im Vergleich zum Placebo signifikant; die CFU-Werte für *S. sobrinus* ($99,77 \% \pm 0,04$) und *S. mutans* ($99,66 \% \pm 0,02$) waren im Vergleich zu den übrigen Bakterienarten ebenfalls signifikant.

7 Schlussfolgerung

Ziel der Arbeit war es der Frage nachzugehen, inwieweit die auf dem Markt erhältlichen Mundspüllösungen (MSPL) mit Ingredienzien wie (1) Chlorhexidin, (2) Cetylpyridiniumchlorid, (3) Fluorid, (4) Alkohol, Metallsalzen, ätherischen Ölen, Hexetidin, Dequalinium- und Benzalkoniumchlorid oder Povidon-Iod in der Lage sind, im Agar-Hemmhofstest Karies, Gingivitis und Parodontitis verursachende Keime, Streptokokken, Aktinomyzeten, Laktobazillen und Parodontopathogene sowie *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* und *Candida albicans* antimikrobiell zu inhibieren.

89 von 119 MSPL (74,8 %) erwiesen sich *in vitro* als antimikrobiell. Unter den 89 MSPL waren 34 Präparate (38,2 %) hoch wirksam, eine mittlere bis geringe Wirkung wiesen 55 MSPL (61,8 %) auf und nahezu keine Wirkung hatten 30 MSPL (25,2 %). Chlorhexidin erfasste innerhalb der ausgewählten Indikatorstämme das breiteste Keimspektrum und erwies sich hinsichtlich seiner antimikrobiellen Effizienz allen übrigen Ingredienzien bzw. Wirkstoffen überlegen; mit zunehmender Konzentration steigerte sich die antimikrobielle Wirkung.

Aktinomyzeten wurden in ihrem Wachstum am stärksten inhibiert, gefolgt von Streptokokken, *S. aureus* und Parodontopathogenen; Laktobazillen, *C. albicans* und *E. faecalis* wurden kaum unterdrückt.

Wenngleich sich die In-vitro-Ergebnisse nicht vorbehaltlos auf die In-vivo-Situation (Mundhöhle) übertragen lassen, dürfte Chlorhexidin das Mittel der Wahl sein, um die supra- und subgingivale Plaquekontrolle chemisch zu unterstützen.

Kariesrisikopatienten, Patienten mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen oder Patienten vor und nach chirurgischen Eingriffen dürften bei regelmäßiger Anwendung (Compliance) von chlorhexidinhaltigen MSPL durch eine verbesserte Mundhöhlensituation profitieren. Auch eine Verzögerung der Transmission von Mutans-Streptokokken zwischen Mutter und Kind wäre vorstellbar, wenn während des Zahndurchbruches beim Kind Mütter selbst niedrige Keimzahlen an Mutans-Streptokokken aufweisen; Chlorhexidin hilft, infektiöse Keimkonzentrationen zu reduzieren.

Die Empfehlung, chlorhexidin- oder fluoridhaltige MSPL anzuwenden, bleibt gewöhnlich dem Zahnarzt vorbehalten, wobei fluoridhaltige Mundspüllösungen primär die Remineralisation des Zahnschmelzes fördern sollen. Alternativ wählt der Verbraucher aus dem Marktangebot MSPL, deren antimikrobieller Effekt von geringerer Wirkung sein dürfte.

8 Literaturverzeichnis

1. Adams D, Addy M. 1994. Mouthrinses. *Adv Dent Res*, 8(2):291-301.
2. Addy M, Hunter L. 1987. The effects of a 0,2 % chlorhexidine gluconate mouthrinse on plaque, toothstaining and candida in aphthous ulcer patients. *J Clin Periodontol*, 14:267-273.
3. Addy M, Sharif N, Moran J. 2005. A non-staining chlorhexidine mouthwash? Probably not: a study in vitro. *Int J Dent Hygiene*, 3:59-63.
4. Afennich F, Slot DE, Hossainian N, van der Weijden GA. 2010. The effect of hexetidine mouthwash on the prevention of plaque and gingival inflammation: a systemic review. *Int J Dent Hygiene*, 1-9.
5. Alberti-Kiszely A, Pjetursson BE, Salvi GE, Witt J, Hamilton A, Persson GR, Lang NP. 2007. Comparison of the effects of cetylpyridinium chloride with an essential oil mouth rinse on dental plaque and gingivitis - a six month randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*, 34:658-667.
6. Almerich JM, Cabedo B, Ortolá JC, Poblet J. 2005. Influence of alcohol in mouthwashes containing triclosan and zinc: an experimental gingivitis study. *J Clin Periodontol*, 32:539-544.
7. Amini P, Barata Araujo MW, Wu MM, Charles CA, Sharma NA. 2009. Comparative antiplaque and antigingivitis efficacy of three antiseptic mouthrinses: a two week randomized clinical trial. *Braz Oral Res*, 23(3):319-325.
8. Arweiler NB, Boehnke N, Sculean A, Hellwig E, Auschill TM. 2006. Differences in efficacy of two commercial 0,2 % chlorhexidine mouthrinse solutions: a 4-day plaque regrowth study. *J Clin Periodontol*, 33:334-339.
9. Arweiler NB, Donos N, Netuschil L, Reich E, Sculean A. 2000. Clinical and antibacterial effect of tree oil - a pilot study. *Clin Oral Invest*, 4:70-73.
10. Arweiler N, Mombelli A, Welk A, Zimmer S, Scholz V. 2011. 40 Jahre Chlorhexidin in der klinischen Forschung - Ist Chlorhexidin auch heute noch der Goldstandard? *ZWR*, 120(6):1-7.
11. Arweiler NB, Netuschil L, Reich E. 2001. Alcohol-free mouthrinse solutions to reduce supragingival plaque regrowth and vitality. A controlled clinical study. *J Clin Periodontol*, 28:168-174.
12. Auschill TM, Hein N, Hellwig E, Follo M, Sculean A, Arweiler NB. 2005. Effect of two antimicrobial agents on early in situ biofilm formation. *J Clin Periodontol*, 32:147-152.
13. Bánóczy J, Dombi C, Gintner Z, Madléna M. 2005. Plaque- und Gingivitis-Prävention durch Aminfluorid/Zinnfluorid-Zahnpasta und Mundspülung. *Oralprophylaxe & Kinderzahnheilkunde*, 27:95-98.

14. Banting D, Bosma M, Bollmer B. 1989. Clinical effectiveness of a 0,12 % chlorhexidine mouthrinse ove two years. *J Dent Res*, 68(Spec Iss):1716-1718.
15. Barkvoll P, Rølla G, Svendsen AK. 1989. Interaction between chlorhexidine digluconate and sodium lauryl sulfate in vivo. *J Clin Periodontol*, 16:593-595.
16. Becerik S, Türkoglu O, Emilgil G, Vural C, Özdemir G, Atilla G. 2011. Antimicrobial effect of adjunctive use of chlorhexidine mouthrinse in untreated gingivitis: a randomized, placebo-controlled study. *APMIS*, 119:364-372.
17. Beighton D, Decker J, Homer KA. 1991. Effects of chlorhexidine on proteolytic and glycosidic enzyme activities of dental plaque bacteria. *J Clin Periodontol*, 18:85-89.
18. Bernimoulin JP, Deschner J. 1995. Antimikrobielle Lösungen in der Parodontologie. *Parodontologie*, 3:173–180.
19. Bernstein D, Schiff G, Echler G, Prince A, Feller M, Briner W. 1990. In vitro virucidal effectiveness of a 0,12 %-chlorhexidine gluconate mouthrinse. *J Dent Res*, 69:874-876.
20. Bonesvoll P. 1977. Influence of ionic strength, calcium, sodium dodecyl sulphate and urea on the retention of chlorhexidine in the human mouth after mouth rinses. *Arch Oral Biol*, 22:273-279.
21. Bonesvoll P, Gjermo P. 1978. A comparision between chlorhexidine and some quaternary ammonium compounds with regard to retention, salivary concentration and plaque-inhibiting effect in the human mouth after mouth rinses. *Arch Oral Biol*, 23:289-294.
22. Bonesvoll P, Lökken P, Rølla G. 1974a. Influence of concentration, time, temperature and pH on the retention of chlorhexidine in the human oral cavity after mouth rinses. *Arch Oral Biol*, 19:1025-1029.
23. Bonesvoll P, Lökken P, Rølla G, Paus PN. 1974b. Retention of chlorhexidine in the human oral cavity after mouth rinses. *Arch Oral Biol*, 19:209-212.
24. Borutta A, Heinrich R, Senkel H. 1980. Die Wirkung von Chlorhexidin in Form einer 0,2%igen Lösung und eines 1%igen Gels auf die Gingiva und den oralen Hygienezustand bei Schulkindern. *Zahn-, Mund- und Kieferheilkd*, 68:322-326.
25. Brex M, Netuschil L, Hoffmann T. 2003. How to select the right mouthrinses in periodontal prevention and therapy. Part II. Clinical use and recommendations. *Int J Dent Hygiene*, 1:188-194.
26. Brex M, Netuschil L, Reichert B, Schreil G. 1990. Efficacy of Listerine[®], Meridol[®] and chlorhexidine mouthrinses on plaque, gingivitis and plaque bacteria vitality. *J Clin Periodontol*, 17:292-297.
27. Carretero Peláez MA, Esperanza Gómez GC, Figuero Ruiz E, Cerero Lapiedra R. 2004. Alcohol-containing mouthwashes and oral cancer. Critical analysis of literature. *Med Oral* 9:116-123.

28. Charles CH, Sharma NC, Galustians HJ, Qaqish J, McGuire JA, Vincent JW. 2001. Comparative efficacy of an antiseptic mouthrinse and an antiplaque/antigingivitis dentifrice. A six-month clinical trial. *J Am Dent Assoc*, 132:670-675.
29. Clarkson J, Hardwick K, Barmes D, Richardson LM. 2000. International collaborative research on fluoride. *J Dent Res*, 79(4):893-904.
30. Cummins D, Creeth JE. 1992. Delivery of antiplaque agents from dentifrices, gels and mouthwashes. *J Dent Res*, 71:1439-1449.
31. Cummins D, Watson GK. 1989. Computer model relating chemistry to biological activity of metal anti-plaque agents. *J Dent Res*, 68(Spec Iss):1702-1705.
32. Davies GE, Francis J, Martin AR, Rose FL, Swain G. 1954. 1:6-di 4'-chlorophenyldiguanidohexane ("Hibitane"). Laboratory investigation of a new antibacterial agent of high potency. *Brit J Pharmacol*, 9:192-197.
33. Decker EM, von Ohle C, Weiger R, Wiech I, Brex M. 2005. A synergistic chlorhexidine/chitosan combination for improved antiplaque strategies. *J Periodontol Res*, 40:373-377.
34. Deutsche Gesellschaft für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK). 1995. Mechanische und chemische Plaquereduktion.
35. Dogan AA, Cetin EM, Hüssein E, Adiloglu AK. 2009. Microbiological evaluation of octenidine dihydrochlorid mouth rinse after 5 days' use in orthodontic patients. *Angle Orthod*, 79:766-772.
36. Emilson CG. 1977. Susceptibility of various microorganisms to chlorhexidine. *Scand J Dent Res*, 85:255-265.
37. Ernst CP, Prockl K, Willershausen B. 1998. The effectiveness and side effects of 0,1 % and 0,2 % chlorhexidine mouthrinses: a clinical study. *Quintessence Int*, 29:443-448.
38. Exner M, Gregori G. 1984. Zur Prüfung von Schleimhautdesinfektionsverfahren im Mund-Rachenraum; 1. Mitteilung: Wirkung von Chlorhexidindigluconat und PVP-Iod auf α -hämolysierende Streptokokken. *Zbl Bakt Hyg, I. Abt. Orig. B*, 180:38-45.
39. Fardal, O, Turnbull, RS. 1986. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *J Am Dent Assoc*, 112:863-869.
40. Fejerskov O, Thylstrup A, Larsen MJ. 1981. Rational use of fluorides in caries prevention. A concept based on possible cariostatic mechanisms. *Acta Odontol Scand*, 39:241-249.
41. Fine DH, Furgang D, Barnett ML. 2001. Comparative antimicrobial activities of antiseptic mouthrinses against isogenic planktonic and biofilm forms of actinobacillus actinomycetemcomitans. *J Clin Periodontol*, 28:697-700.

-
42. Fine DH, Furgang D, Barnett ML, Drew C, Steinberg L, Charles CH, Vincent JW. 2000. Effect of an essential oil-containing antiseptic mouthrinse on plaque and salivary *Streptococcus mutans* levels. *J Clin Periodontol*, 27:157-161.
 43. Fine DH, Korik I, Furgang D, Myers R, Olshan A, Barnett ML, Vincent J. 1996. Assessing pre-procedural subgingival irrigation and rinsing with an antiseptic mouthrinse to reduce bacteremia. *J Am Dent Assoc*, 127:641-646.
 44. Gargari E, Kabani S. 1995. Adverse effect of mouthwash use. A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 80:432-439.
 45. Gehlen I, Netuschil L, Georg T, Reich E, Berg R, Katsaros C. 2000. Die Auswirkungen einer 0,2%igen Chlorhexidinspülung auf die Plaquebildung bei jugendlichen kieferorthopädischen Patienten mit festsitzender Behandlungsapparatur. *J Orofac Orthop/Fortschr Kieferorthop*, 61:138-148.
 46. Gehring, F. 1983. Wirkung von Aminfluorid und Natriumfluorid auf Keime der Plaqueflora. *Dtsch Zahnärztl Z*, 38:36-40.
 47. Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Benson BJ. 1992. Reducing white spot lesions in orthodontic populations with fluoride rinsing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 101(5):403-407.
 48. Gerste RD. 2007. Doktor Lingners Wunderwaffe. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 117:1089-1091.
 49. Gjermo P. 1974. Chlorhexidine in dental practice. *J Clin Periodontol*, 1:143-152.
 50. Gjermo P. 1975. Some aspects of drug dynamics as related to oral soft tissue. *J Dent Res* 54(Spec No B):B44-56.
 51. Gjermo P. 1989. Chlorhexidine and related compounds. *J Dent Res* 68(Spec Iss):1602-1608.
 52. Gjermo P, Bastaad KL, Rølla G. 1970. The plaque-inhibiting capacity of 11 antibacterial compounds. *J Periodont Res*, 5:102-109.
 53. Gjermo P, Bonesvoll P, Rølla G. 1974. Relationship between plaque-inhibiting effect and retention of chlorhexidine in the human oral cavity. *Arch Oral Biol*, 19:1031-1034.
 54. Görbert A. 2002. Zur Reduktion von Mutans-Streptokokken und Laktobazillen bei Jugendlichen mit festsitzenden und herausnehmbaren kieferorthopädischen Apparaturen durch Verwendung chlorhexidinhaltiger Präparate [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.
 55. Gross A, Tinanoff N. 1977. Effect of SnF₂ mouthrinse on initial bacterial colonization of tooth enamel. *J Dent Res*, 56:1179-1183.

-
56. Grytten J, Tollefsen T, Afseth J. 1987. The effect of a combination of copper and hexetidine on plaque formation and the amount of copper retained by dental plaque bacteria. *Acta Odontol Scand*, 45:429-433.
 57. Gusberti FA, Sampathkumar P, Siegrist BE, Lang NP. 1988. Microbiological and clinical effects of chlorhexidine digluconate and hydrogen peroxid mouthrinses on developing plaque and gingivitis. *J Clin Periodontol*, 15:60-67.
 58. Haffajee AD, Yaskell T, Socransky SS. 2008. Antimicrobial effectiveness of an herbal mouthrinse compared with an essential oil and a chlorhexidine mouthrinse. *J Am Dent Assoc*, 139:606-611.
 59. Hamilton IR. 1977. Effects of fluoride on enzymatic regulation of bacterial carbohydrate mechanism. *Caries Res*, 4 (Suppl):262-291.
 60. Haps S, Slot DE, Berchier CE, van der Weijden GA. 2008. The effect of cetylpyridinium chloride-containing mouth rinses as adjuncts to toothbrushing on plaque and parameters of gingival inflammation; a systemic review. *Int J Dent Hyg*, 6(4):290-303.
 61. Harold FM, Baarda JR, Baron C, Abrams A. 1969. Dio 9 and chlorhexidine: inhibitors of membrane-bound ATPase and of cation transport in *Streptococcus faecalis*. *Biochim Biophys Acta*, 3;183(1):129-36.
 62. Hefti AF, Huber B. 1987. The effect on early plaque formation, gingivitis and salivary bacterial counts of mouthwashes containing hexetidine/zinc, aminefluorid/tin or chlorhexidine. *J Clin Periodontol*, 14:515-518.
 63. Hellwig E, Klimek J, Attin T. 2006. Einführung in die Zahnerhaltung. Vierte Aufl. Freiburg, Gießen, Zürich: Urban und Fischer Verlag.
 64. Hepsø HU, Bjørnland T, Skoglund LA. 1988. Side-effects and patient acceptance of 0,2 % versus 0,1 % chlorhexidine used as post-operative prophylactic mouthwash. *Int J Oral Maxillofac Surg* 17:17-20.
 65. Herrera D, Roldán S, Santacruz I, Santos S, Masdevall M, Sanz M. 2003. Differences in antimicrobial activity of four commercial 0,12 % chlorhexidine mouthrinse formulations: an in vitro contact test and salivary counts study. *J Clin Periodontol*, 30:307-314.
 66. van der Hoeven JS, Cummins D, Schaeken MJM, van der Ouderaa EJG. 1993. The effect of chlorhexidine and zinc/triclosan mouthrinses on the production of acid in dental plaque. *Caries Res*, 27:298-302.
 67. Hoffmann-Axthelm W. 1985. Die Geschichte der Zahnheilkunde. Berlin, Chicago, Rio de Janeiro und Tokio: Quintessenz Verlags-GmbH.
 68. Hoffmann T, Bruhn G, Richter S, Netuschil L, Brecx M. 2001. Clinical controlled study on plaque and gingivitis reduction under long-term use of low-dose chlorhexidine solutions in a population exhibiting good oral hygiene. *Clin Oral Invest*, 5:89-95.

-
69. Jones CG. 1997. Chlorhexidine: is it still the gold standard? *Periodontol* 2000, 15:55-62.
 70. Jordan RA, Markovic Lj. 2007. Das Lawinenmodell - geschichtlicher Ursprung und klinische Implikationen. *Dtsch Zahnärztl Z*, 62(2):76-82.
 71. Kalha A. 2004. Some evidence that fluoride during orthodontic treatment reduces occurrence and severity of white spot lesions. *Evid Based Dent*, 5(4):98-99.
 72. König J, Storcks V, Kocher T, Bössmann K, Plagmann HC. 2002. Antiplaque effect of tempered 0,2 % chlorhexidine rinse: an in vivo study. *J Clin Periodontol*, 29:207-210.
 73. Kramer A, Höpfe H, Krull B, Pitten FA, Rosenau S. 1997/98. Antiseptische Wirksamkeit und Akzeptanz von Octensept® im Vergleich zu ausgewählten herkömmlichen Mundhöhlenantiseptika. *Zent BI Hyg Umweltmed*, 200:443-456.
 74. Lang NP, Brex MC. 1986. Chlorhexidine digluconate - an agent for chemical plaque control and prevention of gingival inflammation. *J Periodont Res*, 21(16 Suppl):74-89.
 75. Lang NP, Hase JC, Grassi M, Hämmerle CHF, Weigel C, Kelty E, Frutig F. 1998. Plaque formation and gingivitis after supervised mouthrinsing with 0,2 % delmopinol hydrochloride, 0,2 % chlorhexidine digluconate and placebo for 6 months. *Oral Diseases*, 4:105-113.
 76. Leverett DH, McHugh WD, Jensen ØE. 1984. Effect of daily rinsing with stannous fluoride on plaque and gingivitis: final report. *J Dent Res*, 63:1083-1086.
 77. Liedtke B. 2003. Untersuchung zur Totalsynthese des triterpenoiden Grundgerüsts anellierter Ringe nach dem Vorbild des Antibiotikums Fusidinsäure [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.
 78. Loe H, Schiøtt CR. 1970a. The effect of suppression of the oral microflora upon the formation of dental plaque. In: McHugh WD (Hrsg). "Dental plaque". Edingburgh: Livingstone, 247-255.
 79. Loe H, Schiøtt CR. 1970b. The effect of mouthrinses and topical application of chlorhexidine on the development of dental plaque and gingivitis in man. *J Periodont Res*, 5:79-83.
 80. Marsh PD. 1992. Microbiological aspects of the chemical control of plaque and gingivitis. *J Dent Res*, 71:1431-1438.
 81. Marsh, PD, Keevil, CW, McDermid, AS, Williamson, MI, Ellwood, DC. 1983. Inhibition by the antimicrobial agent chlorhexidine of acid production and sugar transport in oral streptococcal bacteria. *Arch Oral Biol*, 28:233-240.
 82. Melzig M, Teuscher E. 1989. Untersuchung zum Einfluss ätherischer Öle und ihrer Hauptkomponenten auf die Adenosinaufnahme kultivierter Endothelzellen. *Planta Med*, 57:41-42.

-
83. Miller DW. 1889. Die Mikroorganismen der Mundhöhle. Leipzig: Georg Thieme Verlag.
 84. Minhas T, Greenman J. 1989. The effects of chlorhexidine on the maximum specific growth rate, biomass and hydrolytic enzyme production of *Bacteroides gingivalis* grown in continuous culture. *J Appl Bacteriol*, 67(3):309-16.
 85. Moermann JE, Mühlemann HR. 1983. Synergistic inhibitory effect of zinc and hexetidine on in vitro growth and acid production of *Streptococcus mutans*. *J Dent Res*; 62:135-137.
 86. Moran J, Addy M, Newcombe R. 1997. A 4-day plaque regrowth study comparing an essential oil mouthrinse with a triclosan mouthrinse. *J Clin Periodontol*, 24:636-639.
 87. Moran J, Addy M, Wade W, Milson S, McAndrew R, Newcombe RG. 1995. The effect of oxidizing mouthrinses compared with chlorhexidine on salivary bacterial counts and plaque regrowth. *J Clin Periodontol*, 22:750-755.
 88. Netuschil L, Reich E, Brex M. 1989. Direct measurement of the bactericidal effect of chlorhexidine on human dental plaque. *J Clin Periodontol*, 16:484-488.
 89. Øgaard B. 2001. CaF(2) formation: cariostatic properties and factors of enhancing the effect. *Caries Res*; 35 Suppl 1:40-44.
 90. Øgaard B, Afzelius Alm A, Larsson E, Adolfsson U. 2005. A prospective, randomized clinical study on the effect of an amine fluoride/stannous fluoride toothpaste/mouthrinse on plaque, gingivitis and initial caries lesion development in orthodontic patients. *Eur J Orthodont*, 28:8-12.
 91. Øgaard B, Rølla G, Ruben J, Arends J. 1990. Relative cariostatic effects of KOH-soluble and KOH-insoluble fluoride in situ. *J Dent Res*, 69(8):1505-1507.
 92. Olsson J, Odham G. 1978. Effect of inorganic ions and surface active organic compounds on the adherence of oral streptococci. *Scand J Dent Res*, 86:108-117.
 93. Otten MPT, Busscher HJ, van der Mei HC, Abbas F, Hoogmoed CG. 2010. Retention of antimicrobial activity in plaque and saliva following mouthrinse. Use in vivo. *Caries Res*, 44:459-464.
 94. Overholser CD, Meiller TF, De Paola LG, Minah GE, Niehaus C. 1990. Comparative effects of 2 chemotherapeutics mouthrinses on the development of supragingival dental plaque and gingivitis. *J Clin Periodontol*, 17:575-579.
 95. Pan PH, Finnegan MB, Sturdivant L, Barnett ML. 1999. Comparative antimicrobial activity of an essential oil and an amine fluoride/stannous fluoride mouthrinse in vitro. *J Clin Periodontol*, 26:474-476.
 96. Pan PC, Harper S, Ricci-Nittel D, Lux R, Shi W. 2010. In-vitro evidence for efficacy of antimicrobial mouthrinses. *J Dent*, 38:16-20.

-
97. De Paola LG, Overholser CD, Meiller TF, Minah GE, Niehaus C. 1989. Chemotherapeutic inhibition of supragingival dental plaque and gingivitis development. *J Clin Periodontol*, 16:311-315.
 98. Park JB, Park NH. 1989. Effect of chlorhexidine on the in vitro and in vivo herpes simplex virus infection. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 67:149-153.
 99. Riep BG, Bernimoulin JP, Barnett ML. 1999. Comparative antiplaque effectiveness of an essential oil and an amine fluoride/stannous fluoride mouthrinse. *J Clin Periodontol*, 26:164-168.
 100. Roberts WR, Addy M. 1981. Comparison of the in vivo and in vitro antibacterial properties of antiseptic mouthrinses containing chlorhexidine, alexidine, cetyl pyridinium chloride and hexetidine. *J Clin Periodontol*, 8:295-310.
 101. Rogers, AH, Zilm, PS, Gully, NJ, Pfennig, AL. 1987. Chlorhexidine affects arginine metabolism as well as glycolysis in a strain of *Streptococcus sanguis*. *Oral Microbiol Immunol* 2:178-182.
 102. Roldán S, Herrera D, Santa-Cruz I, O'Connor A, González I, Sanz M. 2004. Comparative effects of different chlorhexidine mouth-rinse formulations on volatile sulphur compounds and salivary bacterial counts. *J Clin Periodontol*, 31:1128-1134.
 103. Röllä G, Svatun B. 1978. Plaqueverhinderung durch Zinnfluorid. *Dtsch Zahnärztl Z*, 33:179-181.
 104. de la Rosa M, Sturzenberger OP, Moore DJ. 1988. The use of chlorhexidine in the management of gingivitis in children. *J Periodontol*, 6:387-389.
 105. Rundegren J, Hvid EB, Johansson M, Aström M. 1992. Effect of 4 days of mouth rinsing with delmopinol or chlorhexidine on the vitality of plaque bacteria. *J Clin Periodontol*, 19:322-325.
 106. Scheie AA. 1989. Modes of action of currently known chemical anti-plaque agents other than chlorhexidine. *J Dent Res*, 68(Spec Iss):1609-1616.
 107. Scheie AA, Petersen FC. 2008. Antimicrobials in caries control. In: Fejerskov O, Kidd E (Hrsg). *Dental Caries. The Disease and its Clinical Management*. Oxford: Blackwell Munksgaard, 265-277.
 108. Schröder FW. 2000. Anwendung von Chlorhexidin-Spüllösungen. Inaktivierung des Chlorhexidins durch anionische Netzmittel in Mundpflegemitteln. *Oralprophylaxe*, 22:203-205.
 109. Schulz E, Künzel W, Stöber L. 1991. Plaque- und Gingivitisreduktion durch eine Aminfluorid/Zinnfluorid-Kombination. *Dtsch Zahn-Mund-Kieferheilkd*, 79:9-13.
 110. Sharma N, Charles CH, Lynch MC, Qaqish J, McGuire JA, Galustians JG, Kumar LD. 2004. Adjunctive benefit of an essential oil-containing mouthrinse in reducing plaque and gingivitis in patients who brush and floss regularly: a six-month study. *J Am Dent Assoc*, 135:496-504.

111. Sissons CH, Wong L, Cutress TW. 1996. Inhibition by ethanol of the growth of biofilm and dispersed microcosm dental plaques. *Arch Oral Biol*, 41:27-34.
112. Steinberg D, Heling I, Daniel I, Ginsburg I. 1999. Antibacterial synergistic effect of chlorhexidine and hydrogen peroxid against *Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*. *J Oral Reh*, 26:151-156.
113. Strübig W. 1989. *Geschichte der Zahnheilkunde*. Köln: Deutscher Ärzte Verlag.
114. Sudhoff K. 1964. *Geschichte der Zahnheilkunde*. Hildesheim: Georg Olms Verlagsbuchhandlung.
115. Svatun B, Gjermo P, Eriksen M, Rølla G. 1977. A comparison of the plaque-inhibiting effect of stannous fluoride and chlorhexidine. *Acta Odont Scand*, 35:247-250.
116. Tinanoff N, Brady JM, Gross A. 1976. The effect of NaF and SnF₂ mouthrinses on bacterial colonization of tooth enamel: TEM and SEM studies. *Caries Res*, 10:415-426.
117. Versteeg PA, Rosema NAM, Hoenderdos NL, Slot DE, van der Weijden GA. 2009. The plaque inhibitory effect of a CPC mouthrinse in a 3-day plaque accumulation model – a cross-over study. *Int J Hygiene*, 8:269-275.
118. Vivaldi-Rodrigues G, Demito CF, Bowman SJ, Ramos AL. 2006. The effectiveness of a fluoride varnish in preventing the development of white spot lesions. *World J Orthod*;7(2):138-144.
119. Waaler SM. 1990. Further in vivo studies on the plaque-inhibiting effect of chlorhexidine and its binding mechanism. *Scand J Dent Res*, 98:422-427.
120. Wåler SM. 1997. The effect of some metal ions on volatile sulphur-containing compounds originating from the oral cavity. *Acta Odontol Scand*, 55:261-264.
121. Wegmann MR, Eisenberg AD, Curzon MEJ, Handelman SL. 1984. Effects of fluoride, lithium, and strontium on intracellular polysaccharide accumulation in *S. mutans* and *A. viscosus*. *J Dent Res*, 63:1126-1129.
122. Weiger R, Netuschil L, Wester-Ebbinghaus T, Brex M. 1998. An approach to differentiate between antibacterial and antiadhesive effects of mouthrinses in vivo. *Arch Oral Biol*, 43:559-565.
123. Wigger-Alberti W, Gysen K, Axmann EM, Wilhelm KP. 2010. Efficacy of a new mouthrinse formulation on the reduction of oral malodour in vivo. A randomized, double-blind, placebo-controlled, 3 week clinical study. *J Breath Res*, 4:1-10.
124. Wile DB, Dinsdale JRM, Joynson DHM. 1986. Hexetidine ('Oraldene'): a report on its antibacterial and antifungal properties on the oral flora in healthy subjects. *Curr Med Res Opin*, 10:82-88.
125. Witt JJ, Walters P, Bsoul S, Gibb R, Dunavent J, Putt M. 2005. Comparative clinical trial of two antigingivitis mouthrinses. *Am J Dent*, 18:15A-17A.

-
126. Young A, Jonski G, Rølla G, Wåler SM. 2001. Effects of metal salts on the oral production of volatile sulfur-containing compounds (VSC). *J Clin Periodontol*, 28:776-781.
 127. Zanela NLM, Bijella MFT, da Silva Roas OP. 2002. The influence of mouthrinses with antimicrobial solutions on the inhibition of dental plaque and on the level of mutans streptococci in children. *Pesqui Odontol Bras*, 16(2):101-106.

9 Anhang

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. med. dent. Harald Küpper, Direktor der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde am Universitätsklinikum Jena, für die freundliche Aufnahme in seiner Poliklinik. Ebenso gilt mein Dank Frau Professor Dr. rer. nat. habil. Susanne Kneist, Leiterin des Biologischen Forschungslabors am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde am Universitätsklinikum Jena, für die Vergabe des Themas, für ihr Interesse am Gelingen der Arbeit, für die wertvolle Unterstützung bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der klinischen und mikrobiologischen Untersuchungen sowie für die wissenschaftlichen Diskussionen und fachlichen Hinweise bei der Niederschrift der Arbeit.

Insbesondere Frau Katrin von Brandenstein und Frau Regina Mäuer, Assistentinnen des Biologischen Forschungslabors, bin ich für die wertvolle und engagierte Unterstützung bei der experimentellen und labortechnischen Arbeit und für die angenehme Atmosphäre zu großem Dank verpflichtet.

Herrn Michael Szabó und Frau Astrid Wetzel, Klinisches Medienzentrums, Universitätsklinikum Jena, danke ich für die Unterstützung bei der Fotodokumentation.

Durch Bereitstellung der Mundspüllösungen haben zahlreiche in der Niederschrift genannte Firmen zum Gelingen der In-vitro-Untersuchung beigetragen. Auch dafür bedanke ich mich herzlich.

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben:

Frau Prof. Dr. rer. nat. habil. Susanne Kneist und die in der Danksagung genannten Personen,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für die Arbeit erhalten haben, die in Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Gera, den 06.07.2012

Katja Gebelein

**In-vitro-Studie zur antimikrobiellen Wirkung von Mundspüllösungen
im Agar-Hemmhofest**

**Anhangsband
zur
DISSERTATION**

zur Erlangung des akademischen Grades
doctor medicinae dentariae
(Dr. med. dent.)

vorgelegt dem
Rat der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena

von
Katja Gebelein
geboren am 04.11.1986 in Gera

Jena 2012

Tabelle 1: Batch-Nummern und Verfallsdaten der getesteten Mundspüllösungen

Hersteller	Mundspüllösung	Batch-Nr.	Verfallsdatum
Almirall Hermal GmbH	Dobendan Strepsils® Dolo 5mg, 40mg/10ml Lösung	010611	2013 - 03
	Dobendan Strepsils® Mint 5mg/10ml Lösung	927281	2013 - 06
B. Braun	Braunol®	0033M01	2012 - 12
	ProntOral®	0392M01	2012 - 08
Certmedica	aldiamed	H00304	2012 - 02
Cell pharm	Glandomed®	0C074CO	2012 - 01
Colgate-Palmolive	Colgate® Multischutz	0049CHG11C	2012 - 01
	Colgate® Whitening	0166CHG11C	2012 - 01
Cumdente GmbH	ApaCare Liquid	0373	2012 - 10
Curaden	CURASEPT® ADS 205	253 9	2012 - 07
	CURASEPT® ADS 212	335 9	2012 - 10
	CURASEPT® ADS 220	197 0	2013 - 07
Dentaid GmbH	Desensin® plus	B 25	2011 - 05
	HALITA®	C 02	2012 - 01
	PERIO-AID® 0,12 %	D115	2013 - 07
	PERIO-AID® maintenance	C 35	2012 - 06
	VITIS® gingival	D33	2012 - 12
	VITIS® orthodontic	D15	2013 - 06
Dental-Kosmetik	el-ce med CLINICAL	77000002	2012 - 01
	elkadent Cool Mint	17203112	2012 - 01
	elkadent Kräuter	17093104	2012 - 01
dm	alverde	12	2013 - 05
	DONTODent antibakterielle Intensiv-Pflege	03211890	2013 - 05
	DONTODent Ice Mint	032501	2013 - 02
	DONTODent Junior	02871836	2013 - 04
	DONTODent Med	044401	2013 - 05
	Complete		
	DONTODent Zahnfleisch Intensiv-Pflege	03121883	2013 - 05
Dr. Hauschka	Dr. Hauschka® Mundspülung Salbei	A007447	2013 - 03
Dr. Theiss	LACALUT® aktiv	1001069	2012 - 01
Dr. Kurt Wolff	BioRepair®	94008809	2012 - 01
Ecolab	Skinsept® mucosa	2270LH0608	2011 - 06
Edeka	elkos dental aktiv	047115	2012 - 01
	elkos dental mint	034066	2012 - 01

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 1: Batch-Nummern und Verfallsdaten der getesteten Mundspüllösungen

Hersteller	Mundspüllösung	Batch-Nr.	Verfallsdatum
Engelhard	Chlorhexidindigluconat Fertiglösung 0,2 %	10G107B	2012 - 06
	Chlorhexidindigluconat Lösung 2 %	10L071A	2012 - 09
Gaba	elmex [®] Erosionsschutz	0074CHG11B	2012 - 09
	elmex [®] Kariesschutz	0200CHG11A	2012 - 12
	elmex [®] Sensitive	0211CHG11A	2013 - 01
	meridol [®] Halitosis	0209CHG11B	2013 - 01
	meridol [®] med CHX 0,2%	0138CHG11B	2013 - 05
	meridol [®] Mundspülung	0223CHG11A	2013 - 01
GlaxoSmithKline	Chlorhexamed [®] alkoholfrei	001134	2012 - 07
	Chlorhexamed [®] Fluid 0,1 %	002129	2013 - 08
	Chlorhexamed [®] Forte 0,2 %	002029	2013 - 08
	Chlorhexamed [®] Zahnfleischschutz	0211014	2011 - 04
	Corsodyl Zahnfleischfluid	000211	2011 - 04
	Odol-med3 [®] extreme	0278049	2011 - 04
	Odol-med3 [®] extreme plus	6157018X	2011 - 04
	Odol-med3 [®] Junior	0286020	2011 - 04
	Odol-med3 [®] mint	0270034	2012 - 08
	multi aktiv Odol-med3 [®]	9243060	2012 - 01
	samtweiss polar-frisch Odol-med3 [®]	0237071	2011 - 04
	Zahnfleisch aktiv Sensodyne [®]	0216029	2012 - 07
Globus	natuvell dental	032026	2012 - 01
	Kariesschutz aktiv natuvell dental	032050	2012 - 01
	Zahnfleisch Intensiv- Pflege		
Hager&Werken	miradent mirafluor [®]	070201	2011 - 07
	miradent paroguard [®]	350819	2011 - 07
Hexal AG	Hexal [®] -Lösung	8Y4366	2011 - 11
Hofmann& Sommer	Cidegol [®] C	1570308	2011 - 03

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 1: Batch-Nummern und Verfallsdaten der getesteten Mundspüllösungen

Hersteller	Mundspüllösung	Batch-Nr.	Verfallsdatum
Ivoclar Vivadent	Cervitec [®] Liquid	NL2752	2012 - 08
Kaufland	k-classic dental fresh	045112	2012 - 01
	k-classic dental mint	045120	2012 - 01
Kreussler	Dequonal [®]	01811	2012 - 12
	Dynexan Proaktiv [®]	30102	2012 - 09
Krewel	Gargarisma	92003A	2012 - 05
Lidl	dentalux mint	046056	2013 - 05
	dentalux soft-mint	046031	2013 - 05
Mann&Schröder	alkmene [®]	039144	2012 - 01
	AS-dent active	039166	2012 - 01
	AS-dent fresh	031068	2012 - 01
	AS-dent Junior	028095	2012 - 01
	AS-dent mint	034016	2012 - 01
Maxim	dentabella fresh	C0010	2012 - 01
	dentabella mint	C0042	2012 - 01
	eurodont cool fresh	C0315	2012 - 01
	eurodont mint fresh	C0293	2012 - 01
	Superdent mint	902301	2012 - 01
McNeil	Hexoral [®]	A04282B	2012 - 07
	Listerine [®] cool citrus	0770P	2012 - 01
	Listerine [®] coolmint	3200P	2012 - 01
	Listerine [®] total care	3239P	2012 - 01
	Listerine [®] total care sensitive	2869P	2011 - 10
	Listerine [®] Zahnsteinschutz	1149P	2011 - 04
	Listerine [®] Zahn-und Zahnfleischschutz	3290P	2012 - 01
Müller	SensiDent fresh	039097	2012 - 01
	SensiDent mint	031088	2012 - 01
Mundipharma	Betaisodona [®]	10047138	2011 - 05
Netto	DIADENT extra fresh	045180	2012 - 01
	DIADENT mint fresh	045160	2012 - 01
Novartis	Lemocin [®]	K01850A	2012 - 06
One Drop Only	One Drop Only [®]	02501	2012 - 12
	Ondrohexidin		
	One Drop Only [®] Zx3	L04470	2012 - 01
Penny	all-dent fresh	047195	2012 - 01
	all-dent mint	047215	2012 - 01
Pharma Wernigerode	Parontal F5 [®] med	2000610	2013 - 01

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 1: Batch-Nummern und Verfallsdaten der getesteten Mundspüllösungen

Hersteller	Mundspüllösung	Batch-Nr.	Verfallsdatum
Procter&Gamble	blend-a-dent	9015028811	2011 - 06
	Oral-B [®] sensitive	0245108531	2011 - 07
Ratiopharm	Gurgellösung-ratiopharm [®]	K41168	2013 - 10
Rewe	Mundspülung	043175	2012 - 01
	mint-frisch		
	Mundspülung	043193	2012 - 01
	Zahnfleisch aktiv		
Riemser	Gengigel [®]	1003100	2013 - 03
	Inspiral [®] Original	006630	2013 - 01
	Kin [®] Gingival	08072	2011 - 06
Rossmann	Perlodent med	961952	2012 - 01
	Intensiv Mundspülung		
	Perlodent med Mint	048045	2012 - 01
	Perlodent med		
	Zahnfleischpflege	043120	2012 - 01
Schülke&Mayr	octenidol [®]	1185186	2013 - 04
	octenisept [®]	1158942	2014 - 05
Schwarzkopf/Henkel	Theramed 3D clean	C207900012	2011 - 04
SpePharm	MuGard [®]	CH105	2011 - 09
Stada	Kamistad [®]	00823	2012 - 02
Sunstar	Gum [®] bioXtra	RM31/1	2015 - 06
	Gum [®] Junior	D11	2013 - 08
	Gum [®] Original White	D06	2013 - 02
	Gum [®] Paroex 0,06 %	D004	2013 - 08
	Gum [®] Paroex 0,12 %	D110	2013 - 10
	Gum [®] Protect Plus	B31	2011 - 10
	Gum [®] SensiVital	B43	2011 - 11
Unilever	Signal White now	91747IWA	2011 - 07

Tabelle 2: Hemmhöfe (mm) der 119 getesteten Mundspüllösungen geordnet nach antimikrobiellen Inhaltsstoffen und Indikatorstämmen

Stamm/ Produkt	Streptokokken			Laktobazillen			Aktinomyzeten			Parodontopathogene			Sonstige		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Chlorhexidin</i>															
ESkin	45	45	45	26	27	28	49	37	50	49	20	27	36	27	25
CHXL2	26	30	27	22	22	22	31	43	33	27	24	27	25	17	23
CHX02	26	30	27	22	23	24	30	45	33	27	22	26	25	17	23
DynPr	24	27	26	25	23	23	30	43	34	28	22	25	25	18	22
ADS20	25	30	25	23	21	21	32	41	32	27	23	24	24	17	20
HuWMP	25	22	24	25	21	23	28	41	32	26	18	26	24	19	23
ADS12	24	28	25	22	21	21	29	39	31	27	23	23	24	17	19
LemCX	24	26	23	23	21	21	29	39	33	26	19	21	24	17	21
ChmFo	23	25	23	20	20	20	29	28	31	29	19	26	25	17	20
ChmAF	23	25	23	20	20	21	26	28	33	31	19	24	24	17	21
CerLi	22	23	23	24	20	22	21	42	30	25	17	25	24	17	21
HuSCC	23	22	24	24	20	21	27	33	31	25	17	23	24	17	22
OneOn	23	24	23	20	21	20	28	39	29	24	21	26	23	17	20
GMeMe	22	23	24	21	21	20	27	22	30	28	19	25	25	18	20
ChmFl	22	25	22	20	20	21	26	30	31	31	19	24	23	17	20
PAi12	22	24	23	20	21	21	27	27	31	27	18	24	24	18	20
KinGi	22	21	22	20	19	21	26	37	30	23	17	23	22	16	20
OdoEP	22	23	25	21	19	20	25	36	28	24	18	23	22	15	20
Corso	22	23	25	21	20	20	25	36	29	24	18	22	22	15	20
GuP06	21	21	23	20	20	18	23	37	27	23	16	20	22	16	20
GuP12	24	23	20	21	19	19	25	28	28	28	16	23	22	16	18
HEXAL	22	23	25	20	19	19	25	31	28	24	18	22	22	15	19
HuWMM	21	19	22	20	19	20	25	35	28	23	17	22	22	15	19
ChmZF	21	23	21	18	18	18	23	25	30	27	16	21	22	16	18
ADS05	22	25	22	19	19	19	26	34	27	23	21	21	21	14	15

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 2: Hemmhöfe (mm) der 119 getesteten Mundspüllösungen geordnet nach antimikrobiellen Inhaltsstoffen und Indikatorstämmen

Stamm/ Produkt	Streptokokken			Laktobazillen			Aktinomyzeten			Parodontopathogene			Sonstige		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Chlorhexidin</i>															
PaiMa	20	20	21	19	18	18	23	25	25	24	15	22	21	15	14
HALIT	18	20	20	17	17	17	21	23	25	23	15	22	20	14	16
DrTLa	17	22	22	16	15	15	22	31	23	20	15	20	19	14	14
Gland	20	22	21	18	18	18	18	24	23	20	13	13	19	15	15
Skami	18	21	20	17	17	17	19	24	24	21	11	14	20	14	17
Th3Dc	18	15	14	11	0	11	15	17	21	16	0	14	14	11	0
<i>Cetylpyridiniumchlorid</i>															
ColMS	19	20	20	16	18	18	20	31	24	18	17	21	18	15	19
MuSAI	18	17	17	15	16	17	20	29	23	18	15	32	16	14	18
DoAIP	17	17	18	15	17	18	21	22	22	20	16	15	19	15	15
ElkMi	17	18	17	15	16	15	20	18	20	19	13	15	18	15	18
ASDAc	16	15	17	14	14	14	19	28	19	18	15	24	16	14	17
GuPrP	15	16	16	14	16	16	19	28	20	16	11	20	17	14	17
OneZ3	16	17	17	14	15	15	20	28	20	15	11	22	16	14	16
SeDeM	19	17	15	14	14	15	18	17	19	19	16	16	16	15	18
SeDeF	19	17	14	14	14	15	19	17	20	19	15	16	16	15	16
OdoMi	16	18	16	14	14	15	22	23	21	17	17	15	17	13	14
DoStM	16	16	16	14	15	16	20	26	20	16	11	18	15	14	16
VitGv	17	16	16	15	15	15	18	18	22	19	15	16	17	13	14
OdoEx	16	17	16	14	14	14	22	22	20	17	14	15	17	13	14
OdoSP	13	16	16	14	14	14	19	21	19	18	16	15	17	14	14
VITod	15	17	15	14	16	15	18	18	20	19	0	17	16	14	15
NDiMF	17	16	14	13	14	14	19	16	20	20	11	16	15	14	15

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 2: Hemmhöfe (mm) der 119 getesteten Mundspüllösungen geordnet nach antimikrobiellen Inhaltsstoffen und Indikatorstämmen

Stamm/ Produkt	Streptokokken			Laktobazillen			Aktinomyzeten			Parodontopathogene			Sonstige		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Cetylpyridiniumchlorid</i>															
ElkAk	15	16	15	14	14	14	20	16	20	19	12	15	16	14	15
PerMi	17	17	15	14	14	14	20	15	18	18	14	15	15	14	15
PAlIF	17	16	14	13	14	14	19	16	19	20	11	16	15	14	15
DoStD	15	15	15	14	14	14	18	26	18	16	12	15	15	13	16
OdoZA	15	16	16	13	14	15	16	17	19	17	12	16	17	14	15
PerZF	17	16	14	14	14	14	20	15	18	18	18	15	14	13	15
GuJun	15	14	15	13	14	14	15	25	18	15	0	15	15	13	16
RewMF	17	16	15	14	14	15	18	15	19	18	11	15	15	14	14
KCIDF	15	15	15	12	14	14	16	15	19	17	15	15	16	14	14
KCIDM	15	15	15	12	14	14	16	15	19	17	15	15	16	14	14
PallM	17	16	14	13	14	15	18	16	20	20	11	16	14	14	14
RewZF	16	16	14	14	14	14	18	15	18	18	13	15	15	13	15
ASDJu	15	15	15	14	14	14	17	14	19	17	11	15	16	13	14
OdoJu	15	15	15	13	14	14	16	16	19	17	12	16	16	13	15
ASDMi	15	15	15	13	14	14	17	14	19	17	11	15	16	13	14
ASDFr	15	15	15	13	14	14	17	14	19	17	11	15	16	13	13
NDiEF	17	15	14	13	14	14	17	16	19	18	11	15	14	14	13
Senso	15	15	14	13	13	14	16	16	17	16	11	14	15	12	15
<i>Fluorid</i>															
ElkKr	22	22	28	16	18	0	28	24	34	28	13	14	25	13	0
ElkCM	22	22	27	16	18	0	28	24	34	28	14	14	24	13	0
DoJun	18	19	20	15	16	0	25	20	23	18	11	16	19	15	14

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 2: Hemmhöfe (mm) der 119 getesteten Mundspüllösungen geordnet nach antimikrobiellen Inhaltsstoffen und Indikatorstämmen

Stamm/ Produkt	Streptokokken			Laktobazillen			Aktinomyzeten			Parodontopathogene			Sonstige		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Fluorid															
Dolce	19	18	17	15	0	0	21	19	23	20	15	19	17	15	15
DoMed	19	16	17	14	0	0	21	20	21	20	14	19	17	15	16
DoZIP	17	18	19	14	15	0	21	20	23	17	0	15	19	15	13
LDIMi	18	16	16	13	15	14	18	19	18	17	11	16	16	14	17
GEIKa	16	17	15	14	15	14	16	18	18	18	14	17	18	14	15
PerIM	18	14	14	12	12	13	16	17	15	17	15	15	13	11	12
SupMi	14	16	17	0	0	0	18	38	23	18	11	25	16	0	0
LDISM	14	16	14	14	14	14	17	17	18	17	11	16	16	13	15
GEIEr	15	15	15	12	13	13	15	15	15	15	12	16	17	13	14
NaZIP	18	14	14	13	13	13	17	17	18	17	11	15	15	13	14
ColWH	32	16	14	0	0	0	20	21	15	12	20	20	0	0	0
NaKsA	20	13	13	12	12	13	17	17	16	15	11	15	13	12	12
GuOrW	19	18	17	0	0	0	16	21	20	18	11	0	14	0	0
EurCF	15	13	12	11	12	12	18	15	16	15	15	14	14	0	11
EurMF	13	13	12	11	12	12	16	15	16	15	15	14	12	0	11
DenMi	14	14	13	12	12	13	15	13	15	14	11	15	13	11	11
DenFr	14	14	13	12	12	13	15	13	15	14	13	13	13	11	11
GuSeV	0	0	0	0	0	0	19	28	0	0	0	15	0	11	0
LisTC	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	21	18	12	0	0
SigWN	0	0	11	0	0	0	0	18	19	12	11	13	0	0	0
LisSe	20	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oral B	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0
Alver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LisZZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 2: Hemmhöfe (mm) der 119 getesteten Mundspüllösungen geordnet nach antimikrobiellen Inhaltsstoffen und Indikatorstämmen

Stamm/ Produkt	Streptokokken			Laktobazillen			Aktinomyzeten			Parodontopathogene			Sonstige		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Fluorid															
PWPF5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DesPl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige															
Dequo	19	27	25	20	22	21	30	45	31	28	13	25	28	20	26
Braun	22	21	20	19	13	13	40	46	27	37	21	31	23	17	12
MBeta	30	21	25	19	13	14	30	54	29	25	21	26	23	17	12
McHex	23	23	18	17	17	17	27	31	25	19	14	27	20	16	14
Pront	19	19	19	15	13	13	20	35	26	21	19	31	21	12	15
DrWBR	18	19	21	17	17	0	34	24	30	26	14	12	21	12	0
OctSe	16	17	16	16	14	15	19	25	21	21	17	20	17	14	19
ECMCl	17	18	19	15	17	17	20	18	21	19	12	20	18	16	13
RatGu	17	15	15	19	12	11	20	23	22	17	11	19	17	14	18
OctDo	15	16	14	15	14	14	19	25	20	15	13	19	15	14	17
GEISe	16	17	15	14	15	14	16	18	18	18	13	17	19	14	15
GMeMu	14	15	15	14	14	14	16	17	18	16	11	17	17	13	14
GMeHa	15	15	15	14	14	14	16	18	18	17	12	17	17	13	13
ApaCa	0	0	0	0	0	0	0	22	0	15	0	19	0	0	15
MuGar	0	0	0	0	0	0	19	25	19	0	0	0	0	13	0
LisZS	18	12	0	0	0	0	15	0	0	0	18	16	12	0	0
Gengi	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	18	0	0	0
GubiX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
InspO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Garga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 2: Hemmhöfe (mm) der 119 getesteten Mundspüllösungen geordnet nach antimikrobiellen Inhaltsstoffen und Indikatorstämmen

Stamm/ Produkt	Streptokokken			Laktobazillen			Aktinomyzeten			Parodontopathogene			Sonstige		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Sonstige															
BLADE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aldia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LisCM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LisCC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DrHSa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kodierung der Stämme: Streptokokken: **A:** *S. sanguinis*, **B:** *S. sobrinus*, **C:** *S. mutans*; Laktobazillen: **A:** *L. casei*, **B:** *L. coryniformis*, **C:** *L. plantarum*; Aktinomyzeten: **A:** *A. odontolyticus* (R), **B:** *A. odontolyticus* (W), **C:** *A. naeslundii*; Parodontopathogene: **A:** *A. actinomycetemcomitans*, **B:** *F. nucleatum*, **C:** *P. gingivalis*; Sonstige: **A:** *S. aureus*, **B:** *E. faecalis*, **C:** *C. albicans*

[Skinsept® mucosa 20 % (ESkin), Chlorhexidindigluconat Lösung 0,2 % (CHXL2), Chlorhexidindigluconat Fertiglösung 0,2 % (CHX02), Dynexan Proaktiv® 0,2 % (DynPr), CURASEPT® ADS 220 0,2 % (ADS20), miradent paroguard® 0,06 % (HuWMP), CURASEPT® ADS 212 0,12 % (ADS12), Lemocin® CX Gurgellösung 0,1 % (LemCX), Chlorhexamed® Forte 0,2 % (ChmFo), Chlorhexamed® alkoholfrei 0,2 % (ChmAF), Cervitec® Liquid 0,1 % (CerLi), Cidegol® C 0,1 % (HuSCC), One Drop Only® Ondrohexidin 0,1 % (OneOn), meridol® med CHX 0,2 % (GMeMe), Chlorhexamed® Fluid 0,1 % (ChmFl), PERIO-AID® 0,12 % (PAi12), Kin® Gingival 0,12 % (KinGi), Odol-med3® extreme plus 0,06 % (OdoEP), Corsodyl Zahnfleischfluid 0,06 % (Corso), Gum® Paroex 0,06 % (GuP06), Gum® Paroex 0,12 % (GuP12), HEXAL® Lösung 0,1 % (HEXAL), miradent mirafluor® 0,06 % (HuWMM), Chlorhexamed® Zahnfleischschutz 0,06 % (ChmZF), CURASEPT® ADS 205 0,05 % (ADS05), PERIO-AID® maintenance 0,05 % (PAiMa), HALITA® 0,05 % (HALIT), LACALUT® aktiv o. A. (DrTLa), Glandomed® o. A. (Gland), Kamistad® o. A. (Skami), Theramed 3D clean o. A. (Th3Dc), Colgate® Multischutz o. A. (ColMS), alkeme® o. A. (MuSAI), DONTODent antibakt. Intensiv-Pflege o. A. (DoAIP), elkos dental Mint o. A. (ElkMi), AS-dent activ o. A. (ASDAc), Gum® Protect plus o. A. (GuPrP), One Drop Only® Zx3 o. A. (OneZ3), SensiDent mint o. A. (SeDeM), SensiDent fresh o. A. (SeDeF), Odol-med3® mint 0,05 % (OdoMi), Dobendan Strepsils® 0,05 % Mint (DoStM), VITIS® gingival 0,05 % (VITGv), Odol-med3® extreme 0,05 % (OdoEx), Odol-med3® samtweiss polarfrisch 0,05 % (OdoSP), VITIS® orthodontic 0,05 % (VITod), DIADENT mint fresh o. A. (NDiMF), elkos dental aktiv o. A. (ElkAk), Perlodent med mint o. A. (PerMi), all-dent fresh o. A. (PAiIF), Dobendan Strepsils® Dolo 0,05 % (DoStD), Odol-med3® Zahnfleisch aktiv 0,05 % (OdoZA), Perlodent med Zahnfleischpflege o. A. (PerZF), Gum® Junior o. A. (GuJun), Mundspülung mint-frisch o. A. (RewMF), k-classic dental fresh o. A. (KCIDF), k-classic dental mint o. A. (KCIDM), all-dent mint o. A. (PAiIM), Mundspülung Zahnfleisch aktiv o. A. (RewZF), AS-dent Junior o. A. (ASDJu), Odol-med3® Junior 0,05 % (OdoJu), AS-dent mint o. A. (ASDMi), AS-dent fresh o. A. (ASDFr), DIADENT extra Frisch o. A. (NDiEF), Sensodyne® o. A. (Senso), elkadent Kräuter (EIDKr), elkadent Cool Mint (EIDCM), DONTODent Junior (DoJun), DONTODent Ice Mint (Dolce), DONTODent Med Complete (DoMed), DONTODent Zahnfleisch Intensiv-Pflege (DoZIP), dentalux mint (LDiMi), elmex® Kariesschutz (GEIKa), Perlodent med Intensiv Mundspülung (PerIM), Superdent mint (SupMi), dentalux soft-mint (LDiSM), elmex® Erosionsschutz (GEIEr), natuvel dental Zahnfleisch Intensiv-Pflege (NaZIP), Colgate® Whitening (ColWH), natuvel dental Kariesschutz aktiv (NaKsA), Gum® Original White (GuOrW), eurodontcool fresh (EurCF), eurodont mint-fresh (EurMF), dentabella mint (DenMi), dentabella fresh (DenFr), Gum® SensiVital (GuSeV), Listerine® total care (LisTC), Signal White now (SigWN), Listerine® total care sensitive (LisSe), Oral-B® sensitive (OralB), alverde (Alver), Listerine® Zahn- und Zahnfleischschutz (LisZZ), Parotal F5® med (PWPf5), Desensin® plus (DesPl), Dequonal® (Dequo), Braunol® (Braun), Betaisodona® (MBeta), Hexoral® (McHex), ProntOral® (Pront), BioRepair® (DrWBR), octenisept® (OctSe), el-ce med CLINICAL (ECMCI), Gurgellösung (RatGu), octenidol® (OctDo), elmex® Sensitive (GEISe), meridol® Mundspülung (GMeMu), meridol® Halitosis (GMeHa), ApaCare (ApaCa), MuGard® (MuGar), Listerine® Zahnsteinschutz (LisZS), Gengigel® (Gengi), Gargarisma (Garga), blend-a-dent (BLADE), aldiamed (Aldia), Gum® bioXtra (GubiX), Inspirol® Original (InspO), Listerine® coolmint (LisCM), Listerine® cool citrus (LisCC), Dr. Hauschka Med Mundspülung Salbei (DrHSa), o. A. = ohne Angabe]

Tabelle 3: Mittelwerte der Hemmhöfe (mm) von 31 chlorhexidinhaltigen Mundspüllösungen

Keimgruppen/ Arten	Miniumum	Maximum	Mittelwert	Standardab- weichung
STR	16,0	45,0	23,6	4,7
LAK	11,0	27,0	20,0	2,9
AKT	18,0	45,0	29,5	5,3
PAR	13,0	32,0	22,1	3,6
AUR	14,0	36,0	22,9	3,4
FAE	11,0	27,0	16,3	2,6
ALB	10,0	25,0	19,2	3,2

[STR = Streptokokken, LAK = Laktobazillen, AKT = Aktinomyzeten, PAR = Parodontopathogene, AUR = Staphylococcus aureus, FAE = Enterococcus faecalis, ALB = Candida albicans]

Tabelle 4: Mittelwerte der Hemmhöfe (mm) von 34 cetylpyridiniumchloridhaltigen Mundspüllösungen

Keimgruppen/ Arten	Miniumum	Maximum	Mittelwert	Standardab- weichung
STR	15,0	20,0	15,9	1,0
LAK	13,0	17,0	14,3	0,9
AKT	16,0	25,0	19,2	2,4
PAR	13,0	22,0	15,9	1,7
AUR	14,0	19,0	15,9	1,2
FAE	12,0	15,0	13,8	0,7
ALB	13,0	19,0	15,2	1,5

[STR = Streptokokken, LAK = Laktobazillen, AKT = Aktinomyzeten, PAR = Parodontopathogene, AUR = Staphylococcus aureus, FAE = Enterococcus faecalis, ALB = Candida albicans]

Tabelle 5: Mittelwerte der Hemmhöfe (mm) von 29 fluoridhaltigen Mundspüllösungen

Keimgruppen/ Arten	Miniumum	Maximum	Mittelwert	Standardab- weichung
STR	10,0	24,0	14,9	4,1
LAK	10,0	18,0	12,0	2,1
AKT	10,0	29,0	17,1	5,2
PAR	10,0	19,0	14,2	2,9
AUR	10,0	25,0	14,2	4,1
FAE	10,0	15,0	11,7	1,9
ALB	10,0	17,0	11,8	2,2

[STR = Streptokokken, LAK = Laktobazillen, AKT = Aktinomyzeten, PAR = Parodontopathogene, AUR = Staphylococcus aureus, FAE = Enterococcus faecalis, ALB = Candida albicans]

Tabelle 6: Mittelwerte der Hemmhöfe (mm) von 25 Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“

Keimgruppen/ Arten	Miniumum	Maximum	Mittelwert	Standardab- weichung
STR	10,0	26,0	14,1	4,9
LAK	10,0	21,0	12,5	3,0
AKT	10,0	38,0	17,7	8,4
PAR	10,0	24,0	14,6	4,5
AUR	10,0	28,0	14,6	5,3
FAE	10,0	20,0	12,7	3,0
ALB	10,0	26,0	12,8	3,0

[STR = Streptokokken, LAK = Laktobazillen, AKT = Aktinomyzeten, PAR = Parodontopathogene, AUR = Staphylococcus aureus, FAE = Enterococcus faecalis, ALB = Candida albicans]

Tabelle 7: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von chlorhexidinhaltigen (CHX) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	CHX %	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Becerik et al. 2011	50	0,2	4 W	2x	60	10	PI, PBI, A.a. ¹ , P.g. ¹ , P.i., ¹ T.f. ¹ , F.n. ¹ , totale Bakterien ¹	Placebo
Dogan et al. 2009	18	0,2	5 T	1x	30	15	CFU ² , LB ² , S. mutans ²	NaCl
Wigger-Alberti et al. 2009	174	0,05 0,12	3 W	2x	60	15	VSC	Leitungswasser
Arweiler et al. 2006	21	0,2	4 T	2x	60	10	PI, PA, Vitalität ¹	Placebo
Auschill et al. 2005	7	0,2	2 T	2x	60	10	Biofilmdicke Vitalität ²	Aqua
Roldán et al. 2004	10	0,05 0,12	1 T	o.A.	60	15	CFU ² , VSC	sterile NaCl
Herrera et al. 2003	10	0,12	1 T	1x	60	15	CFU ²	NaCl
König et al. 2002	10	0,2	1 T	1x	60	400	Vitalität ¹	keine

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 7: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von chlorhexidinhaltigen (CHX) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	CHX %	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Zanella et al. 2002	200	0,1 0,2	4 W	1x	60	5	PI, S. mutans ²	Placebo
Arweiler et al. 2001	19	0,1	4 T	2x	60	15	PI, PA, Vitalität ¹	Aqua
Hoffmann et al. 2001	81	0,06 0,1	6 Mo	2x	30	10 15	PI, GI	Leitungswasser
Arweiler et al. 2000	8	0,1	4 T	2x	120	15	PI, PA, Vitalität ¹	Placebo
Gehlen et al. 2000	12	0,2	2 T	2x	o. A.	10	Vitalität ¹ , CFU ¹ , S. mutans ¹	Placebo
Riep et al. 1999	23	0,1	4 T	2x	30	10	PI	5 % Hydroalko- hollösung
Ernst et al. 1998	130	0,1 0,2	4 W	2x	60	15	SBI, API, GI	keine
Lang et al. 1998	162	0,2	6 Mo	2x	60	10	PI, BOP, GI	Placebo

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 7: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von chlorhexidinhaltigen (CHX) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	CHX %	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Kramer et al. 1997/98	10	0,2	1 T	1x	30	20	CFU ²	steriles Aqua dest.
Moran et al. 1995	16	0,2	4 T	2x	60	10	PI, PA, CFU ²	NaCl
van der Hoeven et al. 1993	80	0,12	3 W	2x	60	10	Acetat ¹ , Laktat ¹	Placebo
Rundegren et al. 1992	6	0,2	4 T	2x	60	10	Vitalität ¹	Delmopinol
Schulz et al. 1991	60	0,2	3 W	2x	60	20	PI, SBI, PA	Placebo
Brex et al. 1990	36	0,2	3 W	2x	60	10	PI, GI, Vitalität ¹	Hydrochlorid- lösung
Overholser et al. 1990	124	0,12	6 Mo	2x	30	15	PI, GI	Placebo
Banting et al. 1989	456	0,12	24 Mo	2x	30	15	GI, BI, PI	Placebo

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 7: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von chlorhexidinhaltigen (CHX) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	CHX %	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Gusberti et al. 1988	32	0,12	3 W	2x	30	15	PI, GI, BOP, CFU ¹	Placebo
de la Rosa et al. 1988	191	0,12	10 W 12 W	2x	30	15	GI	Placebo
Addy und Hunter 1987	38	0,2	6 W	3x	o. A.	10	PI, C. albicans	Placebo
Hefti et al. 1987	24	0,1	7 T	2x	60	10	PA, PBI, CFU ² , S. mutans ²	Placebo
Exner und Gregori 1984	16	0,1 0,5	1 T	1x	20	12,5	CFU ²	Aqua dest.
Borutta et al. 1980	64	0,1 2,0 (Gel)	2 W	1x	o. A.	o. A.	SBI, SFR, OHI	Placebogel
Bonesvoll und Gjerme 1978	7	2,2 mM	3 T	2x	60	10	PI	Aqua dest.
Rölla und Svatun 1978	12	0,1	4 T	2x	60	12	PI	Aqua dest.

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 7: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von chlorhexidinhaltigen (CHX) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	CHX %	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Svatun et al. 1977	12	0,1	4 T	2x	60	10	PI	Aqua dest.
Gjerme et al. 1970	60	0,1 0,2	4 T	2x	60	10	PI	Aqua
Loe und Schiøtt 1970a	13	0,2	21 - 24 T	2 - 5x	60	10	PI, GI	keine
Loe und Schiøtt 1970b	24	0,2 2,0	22 - 40 T	1 - 2x	60	10	PI, GI	keine Mund- hygiene

[T = Tage, W = Wochen, Mo = Monate, PI = Plaque-Index, BI = Blutungs-Index, GI = Gingiva-Index, BOP = Bleeding On Probing, A. a. = A. actinomycetemcomitans, P. i. = P. intermedia, T. f. = T. forsythia, F. n. = F. nucleatum, P. g. = P. gingivalis, CFU = Kolonien bildende Einheiten, LB = Laktobazillen, VSC = flüchtige Schwefelverbindungen, PA = Plaquefläche, SBI = Sulkus-Blutungsindex, API = Approximalraum-Plaque-Index, PBI = Papillenblutungsindex, SFR = Sulkusfluidrate, OHI = Orale Hygiene-Index, o. A. = ohne Angabe, mM = Millimol]

Tabelle 8: Auswahl von In-vitro-Studien unter Verwendung von chlorhexidinhaltigen (CHX) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Studiendesign	CHX %	Kontrollparameter	Kontroll- gruppe
Eigene Untersuchung 2012	Agar-Hemmhofstest	0,05 - 0,2	antimikrobielle Wirkung	physiolog. NaCl
Pan et al. 2010	1) Rezirkulierendes Biofilm-Modell (RFTB)	0,05 0,12	Vitalität	NaCl
	2) Kammer-Biofilmmodell (BCSB)	0,05 0,12	Vitalität	NaCl
Haffajee et al. 2008	Agar-Verdünnungsmethode	0,12	MIC	pfl. Spülung
Decker et al. 2005	Fließkammer-System	0,1	CFU, Vitalität, Zelldichte	NaCl
Herrera et al. 2003	Modifizierter Kontakttest	0,12	CFU	NaCl
Steinberg et al. 1999	Verdünnungsmethode	0 - 5,3x10 ⁻⁴	MIC, S. mutans, S. sobrinus, S. aureus	keine

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 8: Auswahl von In-vitro-Studien unter Verwendung von chlorhexidinhaltigen (CHX) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Studiendesign	CHX %	Kontrollparameter	Kontroll- gruppe
Gjermo et al. 1970	1) Oberflächenkontakttest	0,1 0,2	MIC Speichel Streptokokken Staphylokokken	Aqua
	2) „Phenolischer Koeffizient“	0,1 0,2	GKZ Speichel	Aqua

[MIC = minimale inhibitorische Konzentration, CFU = Kolonien bildende Einheiten, GKZ = Gesamtkeimzahl]

Tabelle 9: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von cetylpyridiniumchloridhaltigen (CPC) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	CPC %	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Otten et al. 2010	24	o. A.	4 W	2x	30	20	Vitalität ^{1/2}	nur putzen
Amini et al. 2009	151	0,05	2 W	2x	60	20	PI, MGI	5 % Hydro- alkohollösung
Versteeg et al. 2009	29	0,07	3 T	3x	30	15	PI, BI	Placebospülung
Wigger-Alberti et al. 2009	174	0,05	3 W	2x	60	15	VSC	Leitungswasser
Albert-Kiszely et al. 2007	151	0,07	6 Mo	2x	30	20	PI, GI, BI A.a ¹ , P.g. ¹ , F.n. ¹ , S.a. ¹ , A.n. ¹ , A.o. ¹ , S.s. ¹	keine
Witt et al. 2005	75	0,07	3 W	2x	30	20	MGI, MBI, MQH	äth. Öle
Roldán et al. 2004	10	0,05	1 T	o. A.	60	15	CFU ² , VSC	sterile NaCl
Herrera et al. 2003	10	0,05	1 T	1x	60	15	CFU ²	NaCl

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 9: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von cetylpyridiniumchloridhaltigen (CPC) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	CPC %	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Kramer et al. 1997/98	10	0,05	1 T	1x	30	20	CFU ²	steriles Aqua dest.
Bonesvoll und Gjerme 1978	7	2,2 mM	3 T	2 - 4x	60	10	PI	Aqua dest.
Gjerme et al. 1970	60	0,1	4 T	2x	60	10	PI	Aqua

[T = Tage, W = Wochen, Mo = Monate, PI = Plaque-Index, GI = Gingiva-Index, BI = Blutungs-Index, A. a. = A. actinomycetemcomitans, F. n. = F. nucleatum, P. g. = P. gingivalis, MGI = modifizierter Gingiva-Index, S. a. = Staphylococcus aureus, A. n. = A. naselundii, A. o. = A. odontolyticus, S. s. = S. sanguinis, MBI = modifizierter Blutungs-Index, MQH = modifizierter Quigley-Hein-Index, VSC = flüchtige Schwefelverbindungen, CFU = Kolonien bildende Einheiten, o. A. = ohne Angabe, mM = Millimol]

Tabelle 10: Auswahl von In-vitro-Studien unter Verwendung von cetylpyridiniumchloridhaltigen (CPC) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Studiendesign	CPC %	Kontrollparameter	Kontroll- gruppe
Eigene Untersuchung 2012	Agar-Hemmhoftest	0,05 - 0,07	antimikrobielle Wirkung	physiolog. NaCl
Pan et al. 2010	1) Rezirkulierendes Biofilm-Modell (RFTB)	0,05 0,07	Vitalität	Aqua
	2) Kammer-Biofilmmodell (BCSB)	0,05 0,07	Vitalität	Aqua
Herrera et al. 2003	Modifizierter Kontakttest	0,05	CFU	NaCl
Gjerme et al. 1970	1) Oberflächenkontakttest	0,1	MIC Speichel Streptokokken Staphylokokken	Aqua
	2) „Phenolischer Koeffizient“	0,1	GKZ Speichel	Aqua

[CFU = Kolonien bildende Einheiten, MIC = minimale inhibitorische Konzentration, GKZ = Gesamtkeimzahl]

Tabelle 11: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von fluoridhaltigen (F⁻) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	F⁻ ppm	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Otten et al. 2010	24	AmF/ SnF ₂	4 W	2x	30	10	Vitalität ^{1/2}	nur putzen
Wigger-Alberti et al. 2009	174	AmF/ SnF ₂ (250)	3 W	2x	60	15	VSC	Leitungswasser
Auschill et al. 2005	7	AmF/ SnF ₂ (250)	2 T	2x	60	10	Biofilmdicke, Vitalität ¹	Aqua
Bánóczy et al. et al. 2005	42	AmF/ SnF ₂	4 W	2x	30	o. A.	PI, GI	nur putzen
Øgaard et al. 2005	97	AmF/ SnF ₂ (250) NaF (250)	18 Mo	1x	o. A.	o. A.	PI, GI	keine
Roldán et al. 2004	10	NaF	1 T	o. A.	60	15	CFU ² , VSC	sterile NaCl

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 11: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von fluoridhaltigen (F⁻) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	F⁻ ppm	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Herrera et al. 2003	10	NaF	1 T	1x	60	15	CFU ²	NaCl
Zanela et al. 2002	200	NaF	4 W	1x	60	5	PI, S. mutans ²	Placebo
Arweiler et al. 2001	19	AmF/ SnF ₂ (250)	(0,05 %) 4 T	2x	60	15	PI, PA, Vitalität ¹	Aqua
Hoffmann et al. 2001	81	AmF/ SnF ₂ (250)	6 Mo	2x	30	10	PI, GI	Aqua
Riep et al. 1999	23	AmF/ SnF ₂	4 T	2x	30	30	PI	Hydroalkohol- lösung
Weiger et al. 1998	12	AmF/ SnF ₂	3 T	1x (insg.)	60	10	Vitalität ^{1/2}	NaCl

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 11: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von fluoridhaltigen (F⁻) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	F⁻ ppm	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Schulz et al. 1991	60	AmF/ SnF ₂ (250) AmF (250)	3 W	2x	60	20	PI, SBI, PA	Placebo
	12	AmF/ SnF ₂ (250)	3 W	2x	60	20	PI, SBI	nicht putzen
Brex et al. 1990	36	AmF/ SnF ₂ (250)	3 W	2x	60	10	PI, GI, Vitalität ¹	Hydrochlorid- lösung
Hefti et al. 1987	24	AmF/ SnF ₂ (100/310)	7 T	2x	60	10	PA, PBI, CFU ² , S. mutans ²	Placebo
Leverett et al. 1984	511	NaF (0,05 %) SnF ₂ (0,1 %)	28 Mo	2x	o. A.	o. A.	PI, GI	keine

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 11: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von fluoridhaltigen (F⁻) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	F ⁻ ppm	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Rölla und Svatun 1978	12	SnF ₂ (0,2 %, 0,3 %)	4 T	2x	60	12	PI	Aqua
	5	SnF ₂ (0,3 %)	3 W	2x	60	12	PI	Aqua
Svatun et al. 1977	12	SnF ₂ (0,2 %, 0,3 %)	4 T	2x	60	10	PI	Aqua
	5	SnF ₂ (0,3 %)	3 W	2x	60	12	PI	Aqua

[T = Tage, W = Wochen, Mo = Monate, AmF/SnF₂ = Aminfluorid/Zinnfluorid, VSC = flüchtige Schwefelverbindungen, PI = Plaque-Index, GI = Gingiva-Index, NaF = Natriumfluorid, CFU = Kolonien bildende Einheiten, PA = Plaquefläche, SBI = Sulkus-Blutungsindex, PBI = Papillenblutungsindex, SnF₂ = Zinnfluorid, o. A. = ohne Angabe]

Tabelle 12: Auswahl von In-vitro-Studien unter Verwendung von fluoridhaltigen (F⁻) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Studiendesign	F ⁻ ppm	Kontrollparameter	Kontroll- gruppe
Eigene Untersuchung 2012	Agar-Hemmhofstest	NaF, AmF, AmF/SnF ₂ 250 - 500 ppm	antimikrobielle Wirkung	physiolog. NaCl
Pan et al. 2010	Kammer-Biofilmmodell (BCSB)	AmF/ SnF ₂	Vitalität	Aqua
Herrera et al. 2003	modifizierter Kontakttest	NaF	CFU	NaCl
Fine et al. 2001	In-vitro Biofilm-Modell	AmF/ SnF ₂	A. a. (frei schwimmend/ planktonisch)	phosphat- gepufferte Salzlösung
Pan et al. 1999	1) Tötungsgeschwindigkeitstest	AmF/ SnF ₂	F.n., S.m., L.c., C.a.	Aqua
	2) Überleben der Bakterien im Belag	AmF/ SnF ₂	Vitalität	Aqua

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 12: Auswahl von In-vitro-Studien unter Verwendung von fluoridhaltigen (F⁻) Mundspüllösungen

Autor (Jahr)	Studiendesign	F ⁻ ppm	Kontrollparameter	Kontroll- gruppe
Gehring 1983	1) pH-Wert Messung	AmF NaF	Mischflora S. mutans L. casei S. salivarius S. sanguis A viscosus S. mitis	keine
	2) bakteriostatische und bakterizide Wirkung			
	3) Agar-Diffusionstest			

[AmF/SnF₂ = Aminfluorid/Zinnfluorid, NaF = Natriumfluorid, CFU = Kolonien bildende Einheiten, A. a. = A. actinomycetemcomitans, F. n. = F. nucleatum, S. m. = S. mutans, L. c. = L. casei, C. a. = C. albicans, AmF = Aminfluorid]

Tabelle 13: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	Son- stige	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Otten et al. 2010	24	SnF ₂ , äth. Öle	4 W	2x	30	10 20	Vitalität ^{1/2}	nur putzen
Amini et al. 2009	159	äth. Öle, Alkohol	2 W	2x	60	20	PI, MGI	5 % Hydro- alkohollösung
Dogan et al. 2009	18	Oc- tenidin PVP	5 T	1x	30	15	CFU ² , LB ² , S. mutans ²	NaCl
Versteeg et al. 2009	29	Hexe- tidin	3 T	3x	30	15	PI, BI	Placebospülung
Wigger-Alberti et al. 2009	174	SnF ₂ , Zink- laktat	3 W	2x	60	15	VSC	Leitungswasser
Albert-Kiszely et al. 2007	151	äth. Öle	6 Mo	2x	30	20	PI, GI, BI A.a. ¹ , P.g. ¹ , F.n. ¹ , S.a. ¹ , A.n. ¹ , A.o. ¹ , S.s. ¹	keine

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 13: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	Sons- tige	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Almerich et al. 2005	30	Alko- hol, Triclosan, Zinkchlorid	3 W	2x	60	10	PI, GI	ohne Alkohol
Auschill et al. 2005	7	SnF ₂	2 T	2x	60	10	Biofilmdicke, Vitalität ¹	Aqua
Bánóczy et al. et al. 2005	42	SnF ₂	4 W	2x	30	o. A.	PI, GI	nur putzen
Øgaard et al. 2005	97	SnF ₂	18 Mo	1x	o. A.	o. A.	PI, GI	keine
Witt et al. 2005	75	äth. Öle	3 W	2x	30	20	MGI, MBI, MQH	CPC-Spülung
Roldán et al. 2004	10	Alko- hol, Zinklaktat	1 T	1x	60	15	CFU ² , VSC	sterile NaCl
Sharma et al. 2004	246	äth. Öle	6 Mo	2x	30	20	GI, PI, BI	Placebo

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 13: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	Son- tige	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Herrera et al. 2003	10	Alko- hol	1 T	1x	60	15	CFU ²	NaCl
Zanela et al. 2002	200	Stevio- sid	4 W	1x	60	5	PI, S. mutans ²	Placebo
Arweiler et al. 2001	19	SnF ₂ , Triclosan	4 T	2x	60	15	PI, PA, Vitalität ¹	Aqua
Charles et al. 2001	316	äth. Öle	6 Mo	2x	30	20	PI, GI, BI	Placebo
Arweiler et al. 2000	8	äth. Öle	4 T	2x	120	15	PI, PA, Vitalität ¹	Aqua
Fine et al. 2000	29	äth. Öle	11 T	2x	30	20	Streptokokken ^{1/2} , S. mutans ^{1/2}	Aqua
Riep et al. 1999	23	äth. Öle	4 T	2x	30	20	PI	Hydroalkohol- lösung

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 13: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	Sons- tige	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Kramer et al. 1997/98	10	Octeni- sept, Hexe- tidin	1 T	1x	30	20	CFU ²	steriles Aqua dest.
Lang et al. 1998	162	Del- mopinol	6 Mo	2x	60	10	PI, BOP, GI	Placebo
Moran et al. 1997	32	äth. Öle, Triclosan/ Copolymer	4 T	2x	30 60	20 15	PI, PA	Placebo
Fine et al. 1996	18	äth. Öle	1 T	1x	30	20	CFU ^{1/2}	Placebo
Moran et al. 1995	16	Na ⁺ - peroxyborate, Na ⁺ - peroxycarbonat	4 T	2x	60	10	PI, PA, CFU ²	NaCl
van der Hoeven et al. 1993	80	Zink, Triclosan	3 W	2x	60	10	Acetat ¹ , Laktat ¹	Placebo

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 13: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	Sons- tige	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Rundegren et al. 1992	6	Delmo-4 T pinol		2x	60	10	Vitalität ¹	keine
Schulz et al. 1991	60	SnF ₂	3 W	2x	60	20	PI, SBI, PA	Placebo
Brex et al. 1990	36	SnF ₂ , äth. Öle	3 W	2x	60	10	PI, GI ,Vitalität ¹	Hydro- chlorid- lösung
Overholser et al. 1990	124	äth. Öle	6 Mo	2x	30	20	PI, GI	Placebo
De Paola et al. 1989	107	äth. Öle	6 Mo	2x	30	20	PI, GI	Placebo
Gusberti et al. 1988	32	H ₂ O ₂	3 W	2x	30	15	PI, GI, BOP, CFU ¹	Placebo
Grytten et al. 1987	7	Hexe- tidin, Kupfer (+ Kombination)	5 T	2x	60	10	PI	Aqua

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 13: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	Sons- tige	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Hefti et al. 1987	24	SnF ₂ , Hexetidin, Zink	7 T	2x	60	10	PA, PBI, CFU ² , S. mutans ²	Placebo
Wile et al. 1986	10	Hexe- tidin	7 T	3x	60	15	CFU ² , C. albicans ²	Placebo
Exner und Gregori 1984	16	PVP	1 T	1x	20	12,5	CFU ²	Aqua
Leverett et al. 1984	511	SnF ₂	28 Mo	2x	o. A.	o. A.	PI, GI	keine
Bonesvoll und Gjermo 1978	7	Benz- alkonium- chlorid	3 T	2 - 4x	60	10	PI	Aqua dest.
Rölla und Svatun 1978	12	SnF ₂	4 T	2x	60	12	PI	Aqua
	5	SnF ₂	3 W	2x	60	12	PI	Aqua

Fortsetzung siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle 13: Auswahl klinischer Studien unter Verwendung von Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“

Autor (Jahr)	Probanden (Anzahl)	Sons- tige	Studien- dauer (T, W, Mo)	Anwendungs- häufigkeit (täglich)	Spül- dauer (Sekunden)	Spül- menge (ml)	Kontrollparameter ¹ = Plaque ² = Speichel	Kontroll- gruppe
Svatun et al. 1977	12	SnF ₂	4 T	2x	60	10	PI	Aqua
	5	SnF ₂	3 W	2x	60	12	PI	Aqua
Gjerme et al. 1970	60	Alko- hol, Dequalinium- chlorid, Benzalkonium- chlorid, Hydrogenperoxid	4 T	2x	60	10	PI	Aqua

[T = Tage, W = Wochen, Mo = Monate, SnF₂ = Zinnfluorid, PI = Plaque-Index, MGI = modifizierter Gingiva-Index, PVP = Povidon-Iod, CFU = Kolonien bildende Einheiten, LB = Laktobazillen, BI = Blutungs-Index, VSC = flüchtige Schwefelverbindungen, GI = Gingiva-Index, A. a. = A. actinomycetemcomitans, P. g. = P. gingivalis, F. n. = F. nucleatum, S. a. = S. aureus, A. n. = A. naeslundii, A. o. = A. odontolyticus, S. s. = S. sanguinis, MBI = modifizierter Blutungs-Index, MQH = modifizierter Quigley-Hein-Index, PA = Plaquefläche, SBI = Sulkus-Blutungsindex, BOP = Bleeding On Probing, PBI = Papillenblutungsindex, o. A. = ohne Angabe]

Tabelle 14: Auswahl von In-vitro-Studien unter Verwendung von Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“

Autor (Jahr)	Studiendesign	Sonstige	Kontrollparameter	Kontroll- gruppe
Eigene Untersuchung 2012	Agar-Hemmhoftest	ätherische Öle, Metallsalze, Alkohol, H ₂ O ₂ , Hexetidin	antimikrobielle Wirkung	physiolog. NaCl
Pan et al. 2010	1) Rezirkulierendes Biofilm-Modell (RFTB)	ätherische Öle	Vitalität	Aqua
	2) Kammer-Biofilmmodell (BCSB)		Vitalität	Aqua
Haffajee et al. 2008	Agar-Verdünnungsmethode	ätherische Öle	MIC	pfl. Spülung
Decker et al. 2005	Fließkammer-System	Chitosan	CFU, Vitalität, Zelldichte	NaCl
Herrera et al. 2003	modifizierter Kontakttest	Alkohol	CFU	NaCl
Fine et al. 2001	In-vitro Biofilm-Modell	ätherische Öle, SnF ₂ , Triclosan + PVM/MA	A. actinomycetem- comitans (frei schwimmend/ planktonisch)	phosphat- gepufferte Salzlösung

Fortsetzung siehe nächste Seite

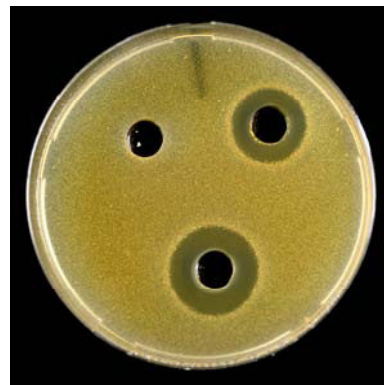
Fortsetzung Tabelle 14: Auswahl von In-vitro-Studien unter Verwendung von Mundspüllösungen der Gruppe „Sonstige“

Autor (Jahr)	Studiendesign	Sonstige	Kontrollparameter	Kontroll- gruppe
Fine et al. 2000	Empfindlichkeitstest	ätherische Öle	S. mutans, S. oralis, S. sobrinus, S. mitis, S. sanguinis, S. gordonii	Aqua
Pan et al. 1999	1) Tötungsgeschwindigkeitstest	ätherische Öle	F. nucleatum S. mutans P. intermedia L. casei, C. albicans	Wasser
	2) Überleben der Bakterien im Belag			
Steinberg et al. 1999	Verdünnungsmethode	H ₂ O ₂	MIC S. mutans S. sobrinus S. aureus	keine
Gjeramo et al. 1970	1) Oberflächenkontakttest	Ethanol, Dequaliniumchlorid, Benzalkoniumchlorid, Hydrogenperoxid	MIC Speichel Streptokokken Staphylokokken	Aqua
	2) „Phenolischer Koeffizient“		GKZ Speichel	Aqua

[MIC = minimale inhibitorische Konzentration, CFU = Kolonien bildende Einheiten, SnF₂ = Zinnfluorid, GKZ = Gesamtkeimzahl]



S. sanguinis, OMZ 9S



S. sobrinus, OMZ 176



S. mutans, NCTC 10449



L. casei, IMET 10692



L. coryniformis, DSMZ 20001



L. plantarum, DSMZ 2601



A. odontolyticus (R), R22/580



A. odontolyticus (W), W59/1094

Abbildung 1: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen Dentaïd Desensin® plus (Petrischale oben links), Dentaïd Halita® (Petrischale oben rechts), Dentaïd Perio-Aid® (Petrischale unten)



A. naeslundii, ATCC 27044



A. actinomycetemcomitans, DSMZ 8324



F. nucleatum, DSMZ 20482



P. gingivalis, DSMZ 20709



S. aureus, SG 511



E. faecalis, DSMZ 20376



C. albicans, NP 6/13

Fortsetzung Abbildung 1: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen Dentaid Desensin[®] plus (Petrischale oben links), Dentaid Halita[®] (Petrischale oben rechts), Dentaid Perio-Aid[®] (Petrischale unten)



S. sanguinis, OMZ 9S



S. sobrinus, OMZ 176



S. mutans, NCTC 10449



L. casei, IMET 10692



L. coryniformis, DSMZ 20001



L. plantarum, DSMZ 2601



A. odontolyticus (R), R22/580



A. odontolyticus (W), W59/1094

Abbildung 2: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen Ecolab Skinsept® mucosa (Petrischale oben links), Edeka elkos dental mint (Petrischale oben rechts), Edeka elkos dental aktiv (Petrischale unten)



A. naeslundii, ATCC 27044



A. actinomycetemcomitans, DSMZ 8324



F. nucleatum, DSMZ 20482



P. gingivalis, DSMZ 20709



S. aureus, SG 511



E. faecalis, DSMZ 20376



C. albicans, NP 6/13

Fortsetzung Abbildung 2: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen Ecolab Skinsept® mucosa (Petrischale oben links), Edeka elkos dental mint (Petrischale oben rechts), Edeka elkos dental aktiv (Petrischale unten)



S. sanguinis, OMZ 9S



S. sobrinus, OMZ 176



S. mutans, NCTC 10449



L. casei, IMET 10692



L. coryniformis, DSMZ 20001



L. plantarum, DSMZ 2601



A. odontolyticus (R), R22/580



A. odontolyticus (W), W59/1094

Abbildung 3: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen GSK Chlorhexamed® Zahnfleischschutz (Petrischale oben links), GSK Chlorhexamed® alkoholfrei (Petrischale oben rechts), GSK Chlorhexamed® Fluid (Petrischale unten)



A. naeslundii, ATCC 27044



A. actinomycetemcomitans, DSMZ 8324



F. nucleatum, DSMZ 20482



P. gingivalis, DSMZ 20709



S. aureus, SG 511



E. faecalis, DSMZ 20376



C. albicans, NP 6/13

Fortsetzung Abbildung 3: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen GSK Chlorhexamed® Zahnfleischschutz (Petrischale oben links), GSK Chlorhexamed® alkoholfrei (Petrischale oben rechts), GSK Chlorhexamed® Fluid (Petrischale unten)



S. sanguinis, OMZ 9S



S. sobrinus, OMZ 176



S. mutans, NCTC 10449



L. casei, IMET 10692



L. coryniformis, DSMZ 20001



L. plantarum, DSMZ 2601



A. odontolyticus (R), R22/580



A. odontolyticus (W), W59/1094

Abbildung 4: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen Mann & Schröder GmbH AS-dent mint (Petrischale oben links), Mann & Schröder GmbH AS-dent fresh (Petrischale oben rechts), Mann & Schröder GmbH AS-dent Junior (Petrischale unten)



A. naeslundii, ATCC 27044



A. actinomycetemcomitans, DSMZ 8324



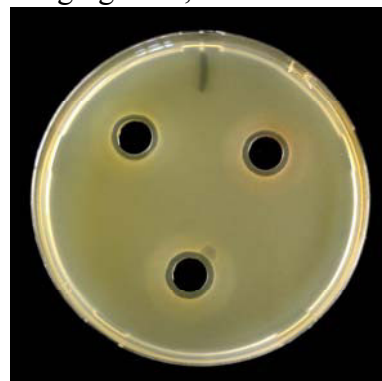
F. nucleatum, DSMZ 20482



P. gingivalis, DSMZ 20709



S. aureus, SG 511



E. faecalis, DSMZ 20376



C. albicans, NP 6/13

Fortsetzung Abbildung 4: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen Mann & Schröder GmbH AS-dent mint (Petrischale oben links), Mann & Schröder GmbH AS-dent fresh (Petrischale oben rechts), Mann & Schröder GmbH AS-dent Junior (Petrischale unten)



S. sanguinis, OMZ 9S



S. sobrinus, OMZ 176



S. mutans, NCTC 10449



L. casei, IMET 10692



L. coryniformis, DSMZ 20001



L. plantarum, DSMZ 2601



A. odontolyticus (R), R22/580



A. odontolyticus (W), W59/1094

Abbildung 5: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen Listerine® Zahnsteinschutz (Petrischale oben links), Listerine® Zahn- und Zahnfleischschutz (Petrischale oben rechts), Listerine® Coolmint (Petrischale unten)



A. naeslundii, ATCC 27044



A. actinomycetemcomitans, DSMZ 8324



F. nucleatum, DSMZ 20482



P. gingivalis, DSMZ 20709



S. aureus, SG 511



E. faecalis, DSMZ 20376



C. albicans, NP 6/13

Fortsetzung Abbildung 5: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen Listerine® Zahnstein-
schutz (Petrischale oben links), Listerine® Zahn- und Zahnfleischschutz (Petrischale oben
rechts), Listerine® Coolmint (Petrischale unten)



S. sanguinis, OMZ 9S



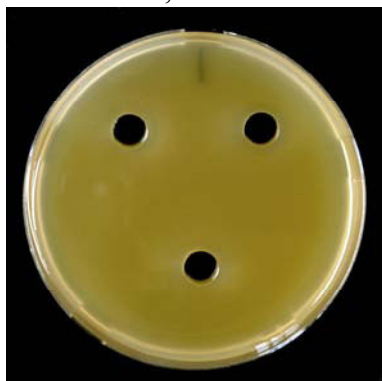
S. sobrinus, OMZ 176



S. mutans, NCTC 10449



L. casei, IMET 10692



L. coryniformis, DSMZ 20001



L. plantarum, DSMZ 2601



A. odontolyticus (R), R22/580



A. odontolyticus (W), W59/1094

Abbildung 6: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen Listerine® Cool citrus (Petrischale oben links), Listerine® Total care (Petrischale oben rechts), Listerine® Total care sensitive (Petrischale unten)



A. naeslundii, ATCC 27044



A. actinomycetemcomitans, DSMZ 8324



F. nucleatum, DSMZ 20482



P. gingivalis, DSMZ 20709



S. aureus, SG 511



E. faecalis, DSMZ 20376



C. albicans, NP 6/13

Fortsetzung Abbildung 6: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen Listerine® Cool citrus (Petrischale oben links), Listerine® Total care (Petrischale oben rechts), Listerine® Total care sensitive (Petrischale unten)



S. sanguinis, OMZ 9S



S. sobrinus, OMZ 176



S. mutans, NCTC 10449



L. casei, IMET 10692



L. coryniformis, DSMZ 20001



L. plantarum, DSMZ 2601



A. odontolyticus (R), R22/580



A. odontolyticus (W), W59/1094

Abbildung 7: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen Maxim Superdent mint (Petrischale oben links), Ivoclar Cervitec® Liquid (Petrischale oben rechts), Cumdente GmbH ApaCare Liquid (Petrischale unten)



A. naeslundii, ATCC 27044



A. actinomycetemcomitans, DSMZ 8324



F. nucleatum, DSMZ 20482



P. gingivalis, DSMZ 20709



S. aureus, SG 511



E. faecalis, DSMZ 20376



C. albicans, NP 6/13

Fortsetzung Abbildung 7: Agar-Hemmhoftest der Mundspüllösungen Maxim Superdent mint (Petrischale oben links), Ivoclar Cervitec[®] Liquid (Petrischale oben rechts), Cumdente GmbH ApaCare Liquid (Petrischale unten)